

مؤسسه فرهنگی هنری
دیباگران تهران

سم‌شناسی

(ویژه آزمون‌های کارشناسی به کارشناسی ارشد)

مطالعه این کتاب به دانشجویان، کارشناسان و سایر متخصصین رشته‌های کشاورزی توصیه می‌شود.

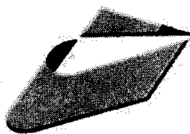


این کتاب مشتمل است بر:

- مطالب پایه و تخصصی سم‌شناسی آفت‌کش‌ها متناسب با سرفصل‌های پیشنهادی ستاد انقلاب فرهنگی
- پرسش‌های چهارگزینه‌ای آزمون‌های کارشناسی ارشد در رشته‌های گیاه‌پزشکی، مبارزه با علف‌های هرز، حشره‌شناسی و بیماری‌های گیاهی
- پاسخنامه

مؤلفان: دکتر سهراب ایمانی (عضو هیأت علمی دانشگاه سمنان)
دکتر حسن قهاری

به نام خدا



سم‌شناسی

(خلاصه درس، پرسش‌های چهارگزینه‌ای و پاسخنامه تشریحی)

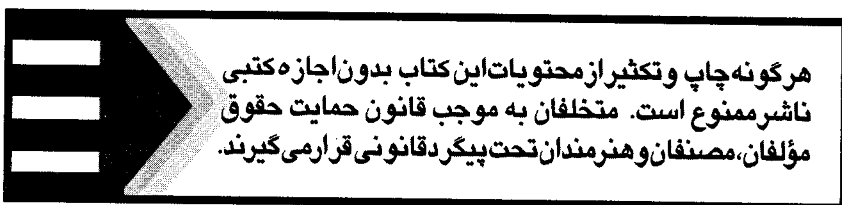
(ویژه آزمون‌های کارشناسی به کارشناسی ارشد)

مؤلفان

دکتر سهراب ایمانی

(عضو هیأت علمی دانشگاه سمنان)

دکتر حسن قهاری



سم‌شناسی (خلاصه درس، پرسش‌های چهارگزینه‌ای و پاسخنامه تشریحی)

ویژه آزمون‌های کارشناسی به کارشناسی ارشد

مؤلفان: دکتر سهراب ایمانی - دکتر حسن قهاری

ناشر: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

حروفچینی و صفحه‌آرایی: مجتمع فنی تهران

طرح روی جلد: مجتمع فنی تهران

چاپ: سجده

نوبت چاپ: اول

تاریخ نشر: دی ماه ۱۳۸۸

تیراژ: ۳۰۰۰ نسخه

قیمت: ۵۲۰۰۰ ریال

شابک: ۴-۹۹۵-۳۵۴-۹۶۴-۹۷۸

ISBN: 978-964-354-995-4

سرشناسه: ایمانی، سهراب، ۱۳۳۹-
عنوان و نام پدیدآور: سم‌شناسی (خلاصه درس، پرسش‌های چهارگزینه‌ای و پاسخنامه تشریحی): ویژه آزمون‌های کارشناسی به کارشناسی ارشد/ مؤلفان سهراب ایمانی، حسن قهاری.
مشخصات نشر: تهران: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری: ۴۹۲ص.: مصور.
شابک: 978-964-354-995-4
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: کتابنامه.
موضوع: سم‌شناسی -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع: سم‌شناسی -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع: دانشگاه‌ها و مدارس عالی -- ایران -- آزمون‌ها
موضوع: آزمون دوره‌های تحصیلات تکمیلی -- ایران
شناسه افزوده: قهاری، حسن، ۱۳۵۱-
رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۸ ۷۷س۹الف/RA۱۱۹۸
رده‌بندی دیویی: ۶۱۵/۹
شماره کتابشناسی ملی: ۱۸۸۸۲۴۷

نشانی دفتر مرکزی: تهران، سعادت آباد، میدان کاج، خ سرو شرقی، روبه‌روی خ علامه، پلاک ۴۹

تلفن: ۷-۲۲۰۹۸۴۴۶ صندوق پستی: ۱۴۳۳۵/۹۴۳ وب سایت: **dibagaran.mft.info**

نشانی واحد فروش: تهران، شهران، بالاتر از میدان دوم، نبش کوچه شهید عسگری، پلاک ۱۵۷

تلفن: ۵-۴۴۳۰۴۳۰۱ نمابر: ۴۴۳۰۸۸۸۸ کد پستی: ۱۴۷۸۷۱۵۶۹۱

پست الکترونیکی: **bookmarket@mftmail.com** فروش اینترنتی: **www.mftshop.com**

فهرست مطالب

فصل دهم: کنه‌کش‌های اختصاصی، جونده‌کش‌ها و حلزون‌کش‌ها

فصل یازدهم: نسل سوم آفت‌کش‌ها

فصل دوازدهم: طرز تأثیر سموم شیمیایی

فصل سیزدهم: کنترل میکروبی و ژنتیکی حشرات

فصل چهاردهم: مقاومت حشرات به حشره‌کش‌ها (Insect Resistance to Insecticides)

بخش دوم: سم‌شناسی بیماری‌های گیاهی

فصل پانزدهم: کنترل شیمیایی بیماری‌های گیاهی

فصل شانزدهم: قارچ‌کش‌ها و طبقه‌بندی آن‌ها

فصل بیست‌ویکم: نماتدکش‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها، روغن‌ها و مواد همراه

فصل بیست‌ودوم: ضدعفونی خاک و اندام‌های گیاهی

فصل بیست و سوم: مکانیسم عمل‌قارچ‌کش‌ها و مقاومت قارچ‌ها به آن‌ها

بخش سوم: سم‌شناسی علف‌های هرز

فصل بیست‌وچهارم: فرمولاسیون و کاربرد علف‌کش‌ها

فصل بیست‌وپنجم: طبقه‌بندی علف‌کش‌ها

بخش چهارم: مجموعه آزمون‌های کارشناسی ارشد دانشگاه‌های سراسری و آزاد (۱۳۸۸ - ۱۳۸۰)

فصل بیست‌وششم: آزمون‌های کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی

فصل بیست‌وهفتم: آزمون‌های کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی

فصل بیست‌وهشتم: آزمون‌های کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز

فصل بیست‌ونهم: آزمون‌های کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی

فصل سی‌ام: آزمون‌های کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی- اکولوژیک

مقدمه ناشر

خط مشی کیفیت انتشارات موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرضه کتاب‌هایی است که بتواند خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بیکران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگ این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هر چند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم. گستردگی علوم و توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش روشن می‌نماید. در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری جمعی از اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران، محققان و نیز پرسنل ورزیده و ماهر در زمینه امور نشر درصدد هستند تا با تلاش‌های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پربار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقه‌مندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت " **دکتر سهراب ایمانی**" و " **دکتر حسن قهاری**" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

ویرایش: فاطمه پورعبدل و راحله عرفی

ویرایش و صفحه‌آرایی کامپیوتری: تهمینه کاشانیان و مهسا کوراولی

طراح جلد: مریم فرجیان

ناظران چاپ: حیدر شفیعی، کریم براغ

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی درخواست می‌نماید با مراجعه به **آدرس** **dibagaran.mft.info** (ارتباط با مشتری) فرم نظرسنجی را برای کتابی که در دست دارید تکمیل و ارسال نموده، انتشارات دیباگران تهران را که جلب رضایت و وفاداری مشتریان را هدف خود می‌داند، یاری فرمایید.

امیدواریم همواره بهتر از گذشته خدمات و محصولات خود را تقدیم حضورتان نماییم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

publishing@mftmail.com

مقدمه مؤلفان

کتاب حاضر حاصل تلاش نگارندگان پس از سال‌ها تدریس دروس سم‌شناسی در مقاطع مختلف دانشگاهی است و سعی شده براساس سرفصل‌های تدوین شده ستاد انقلاب فرهنگی باشد تا نیاز دانشجویان علاقه‌مند را برطرف نماید. البته مراجع دیگری نیز در این خصوص تدوین شده است که مجموعاً تا حد زیادی نیاز دانشجویان و علاقه‌مندان را به کتب سم‌شناسی برطرف می‌نماید، اما هر کتابی براساس سلائق و تجربیات یکی از دست‌اندرکاران نوشته شده است و کتاب حاضر نیز از این خصیصه مستثنی نیست. حال بینش و سلائق خوانندگان محترم است که از بین کتب موجود آن‌را که به نیازها و سلائق او نزدیک‌تر باشد انتخاب خواهد کرد. امیدواریم علاقه‌مندانی که مبادرت به انتخاب این کتاب می‌نمایند بتوانند مجموعه مطالب مورد نیاز خود را در آن یافته و از آن سود ببرند. با توجه به این‌که در تدوین و تألیف کتاب حاضر سعی و دقت فراوان شده که از هرگونه خطا مبرا باشد ولی از آنجا که خطا زائده فعالیت انسانی است، ممکن است برخی موارد آن دیده نشده باشد لذا از عموم خوانندگان و متخصصین عزیزی که زحمت مطالعه آن‌را بر خود هموار نموده و به مواردی از خطاها برخورد نموده‌اند خواهشمندیم نگارندگان را بی‌خبر نگذارند.

در خاتمه از کلیه سروران و عزیزانی که در تدوین این کتاب همکاری نموده‌اند خصوصاً انتشارات محترم دیباگران تهران صمیمانه تشکر می‌نماید.

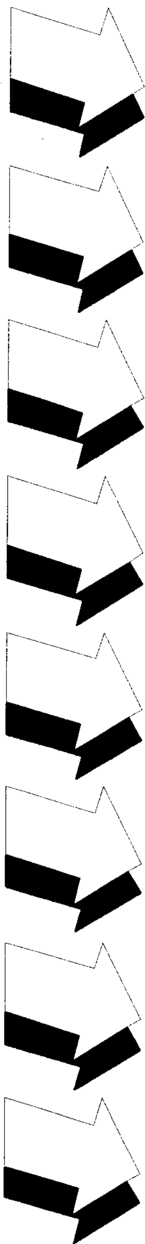
حسن قهاری

h_gahari@yahoo.Com

سهراب ایمانی

Imanisohrab@yahoo.Com

بخش اول



سم‌شناسی آفات کشاورزی

فصل اول: اصول و مبانی سم‌شناسی

فصل دوم: ویژگی‌های آفت‌کش‌ها و طبقه‌بندی آن‌ها

فصل سوم: آفت‌کش‌های معدنی

فصل چهارم: آفت‌کش‌های آلی طبیعی

فصل پنجم: حشره‌کش‌های آلی مصنوعی- ترکیبات کلره

فصل ششم: حشره‌کش‌های آلی مصنوعی- ترکیبات فسفره

فصل هفتم: حشره‌کش‌های آلی مصنوعی- ترکیبات کاربامات

فصل هشتم: گروهای دیگر سموم

فصل نهم: سموم تدخینی و ترکیبات ضد عفونی کننده خاک

فصل دهم: کنه‌کش‌های اختصاصی، جونده‌کش‌ها و حلزون‌کش‌ها

فصل یازدهم: نسل سوم آفت‌کش‌ها

فصل دوازدهم: طرز تأثیر سموم شیمیایی

فصل سیزدهم: کنترل میکروبی و ژنتیکی حشرات

فصل چهاردهم: مقاومت حشرات به حشره‌کش‌ها

مقدمه

آفت‌کش‌ها (Pesticide) ترکیباتی هستند که برای کنترل آفات به‌کار می‌روند. آفت (Pest) به هر موجود زنده‌ای که سلامتی و منافع بشر را تهدید نماید، اطلاق می‌شود که در این رابطه حشرات، کنه‌ها، جوندگان، نرم‌تنان و حتی علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زا جزء آفات کشاورزی محسوب می‌شوند. در میان انواع آفات، حشرات به مراتب اهمیت بیشتری داشته و هر ساله خسارات قابل ملاحظه‌ای به انواع محصولات کشاورزی وارد می‌آورند. به‌منظور کنترل آفات، ترکیبات آفت‌کش ساخته شده و به‌کار گرفته می‌شوند. آفت‌کش‌ها در جریان تکامل تغییرات و تحولات قابل ملاحظه‌ای پیدا کرده و به‌عنوان سلاحی مؤثر و کارآمد در اختیار بشر بوده‌اند. آفت‌کش‌ها نه تنها در کشاورزی، بلکه در زمینه بهداشت نیز در طول تاریخ حامی بشر بوده‌اند و مثال‌های زیادی در این رابطه وجود دارد که چنانچه بشر متکی به آفت‌کش‌ها نبود، با مسائل بسیار خطرناک و فاجعه‌آمیزی روبرو می‌شد. به‌عنوان مثال بیماری بوته‌میری سیب‌زمینی در ایرلند در سال‌های ۵۱ - ۱۸۴۵ باعث قحطی خطرناکی شد و حدود یک میلیون نفر در آن کشور جان خود را از دست دادند. طی جنگ جهانی دوم نیز بیماری مالاریا به‌شدت انسان را تهدید کرد و آمار مرگ‌ومیر سالیانه ناشی از بیماری مزبور به بیش از شش میلیون نفر رسید که با کشف خواص حشره‌کشی د.د.ت (D.D.T) در سال ۱۹۳۹، این بیماری تا حد زیادی کنترل و امروزه نیز تقریباً به‌طور کامل ریشه‌کن شده است. در دهه‌های اخیر کنترل موفقیت‌آمیز انواع بیماری‌های خطرناک به‌وسیله ترکیبات شیمیایی قابل ملاحظه بوده و امروزه آمار مرگ‌ومیر ناشی از این‌گونه بیماری‌ها در سراسر جهان کمتر از دو میلیون نفر در سال است که این رقم نیز عمدتاً به‌دلیل عدم دسترسی دست‌اندرکاران بهداشت به مناطق آلوده می‌باشد. در طول تاریخ بخصوص در طی دوران جنگ‌های جهانی، بشر همواره با بیماری‌های خطرناکی مانند طاعون، تیفوس، تب زرد و غیره مواجه شد که در برخی مناطق همه‌گیری‌های خطرناکی را ایجاد کرده‌اند، اما به‌کارگیری انواع آفت‌کش‌های مؤثر باعث کنترل موفقیت‌آمیز بیماری‌های مزبور گردید. از طرف دیگر، علف‌های هرز نیز تهدیدی مهم برای بشر

بخصوص در مقوله کشاورزی محسوب می‌شوند که عمده‌ترین تکیه‌گاه بشر برای مبارزه با آن‌ها، استفاده از سموم علف‌کش می‌باشد. به‌طور خلاصه، مصرف آفت‌کش‌ها توسط بشر به‌منظور بهره‌برداری بیشتر و استفاده بهینه از محصولات کشاورزی و نیز تأمین بهداشت عمومی می‌باشد.

بر اساس برآورد سازمان خواروبار جهانی (FAO)، جمعیت جهان طی چند دهه آینده از مرز ده میلیارد نفر نیز فراتر می‌رود که این جمعیت عظیم به‌طور قطع و یقین نیاز به غذای فراوانی دارد و منابع موجود با شرایط فعلی نمی‌توانند نیاز بشر به غذا را به‌طور کامل برآورده کنند. بنابراین ضروری است تا با به‌کارگیری روش‌های مناسب، از منابع موجود حداکثر استفاده به‌عمل آید که یکی از مهم‌ترین راهکارهای اساسی در این رابطه «کنترل آفات» می‌باشد. گیاهان سبز واجد کلروفیل که منبع اصلی در تأمین غذای بشر هستند، در تنازع دائمی با آفات می‌باشند. بیش از یک میلیون گونه حشره، یکصد هزار نوع بیماری، سه هزار گونه نماتد و سی هزار گونه علف هرز به انواع گیاهان زراعی، زینتی و باغی خسارت وارد نموده و در حال رقابت با بشر هستند که به این ترتیب نقش آفت‌کش‌ها در کنترل عوامل مزبور به اثبات می‌رسد. اما نکته اساسی این است که بشر در به‌کارگیری آفت‌کش‌ها در اثر خطاهایی که در سال‌های گذشته مرتکب شده است، باعث بروز اشکالات اساسی در اکوسیستم‌های مختلف شده و امروزه به‌طور ناخواسته در یک نابسامانی اساسی قرار گرفته است. به هر حال انسان نمی‌تواند نقش آفت‌کش‌ها را به‌طور کامل نادیده انگارد و به همین دلیل در تلاش است تا با اتخاذ راهکارهای اصولی ضمن تضمین حفاظت محیط زیست، در کنترل آفات نیز موفق عمل کند.

فصل اول

اصول و مبانی سم‌شناسی

۱-۱ تاریخچه آفت‌کش‌ها

بشر سابقه‌ای طولانی در استفاده از آفت‌کش‌ها دارد و حتی قبل از آنکه خواندن و نوشتن را بیاموزد، از آفت‌کش‌ها استفاده می‌کرده است. کاتو (Kato) فیلسوف رومی ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در رابطه با استفاده از مشتقات نفت برای کنترل آفات مو مطالبی نوشته است. یادداشت‌هایی از Homer در حدود هزار سال قبل از میلاد مسیح در رابطه با استفاده از گوگرد علیه آفات یافت شده است. رومیان قدیم برای مبارزه با شپش از ماده‌ای به نام Hellebore استفاده می‌کردند که از گیاهان Hellborus niger و H. orientalis به‌دست می‌آمد. ترکیبات آرسنیکی نیز از قدیم کاربرد زیادی داشته‌اند و یونانی‌ها در حدود ۱۰۰ سال بعد از میلاد از آن استفاده می‌کردند. در سال‌های بعد نیز در کشورهای خاور دور بخصوص چین، ترکیبات آرسنیکی به فراوانی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. در کشورهای غربی از قرن هفدهم استفاده از ترکیبات شیمیایی رایج شد و ابتدا ترکیبات آرسنیکی به‌کار گرفته شدند. در سال ۱۶۴۹ استفاده از روتنون (Rotenone) به‌عنوان ماهی‌کش در آمریکای جنوبی رایج شد. در سال ۱۶۶۹، طعمه مسموم (ترکیب آرسنیک و عسل) به‌منظور کنترل مورچه‌ها به‌کار گرفته شد. همچنین در سفرنامه مارکوپولو به استفاده از روغن‌های حیوانی علیه آفات توسط سرخ‌پوستان اشاره شده است. دوران جدید آفت‌کش‌ها از قرن نوزدهم شروع شد و اولین ترکیب «سبز پاریس» بود که برای کنترل سوسک کلرادو (Leptinotarsa decemlineata) یکی از آفات مهم سیب‌زمینی معمول گردید. در سال ۱۷۸۷، استفاده از صابون به‌عنوان حشره‌کش رایج گردید و در همین سال استفاده از ماده ترپانتین (Trepantine) که از درخت کاج می‌گرفتند، برای دفع حشرات گزارش شد. به‌تدریج ترکیبات گیاهی مانند نیکوتین، عصاره تنباکو و پیرترین (Pyrethrine) نیز مورد استفاده قرار گرفتند که نکته جالب توجه اینکه پیرترین اولین بار در ایران شناخته شد و علیه آفات مورد استفاده قرار گرفت.

در سال ۱۸۴۸، روتنون که قبلاً فقط به‌عنوان ماهی‌کش به‌کار می‌رفت، به‌عنوان حشره‌کش نیز مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۸۷۷ از اسید سیانیدریک (HCN) برای تدخین موزه‌های جانورشناسی و دفع آفات موزه استفاده شد. در سال ۱۸۸۰ مخلوط آهن و گوگرد برای کنترل شپشک سان‌ژوزه (Quadraspidiotus perniciosus) به‌کار گرفته شد. در سال ۱۸۸۲، استفاده از نفتالین به‌منظور حفاظت کلکسیون‌های جانوری مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۸۹۷، روغن سیترونلا (Citronella) که از درختان مرکبات به‌دست می‌آمد، برای دور کردن پشه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۱۲، از پارادی‌کلروبنزن برای دور کردن بید لباس (Tineola bisselliella) استفاده شد. در سال ۱۹۲۴، یک سم معدنی موفق به‌نام فلورو آلومینات سدیم با نام تجاری کریولایت (Crylite®) برای کنترل آفت به‌کار برده شد. در سال ۱۹۳۱، آنابازین (Anabasin) به‌عنوان یک حشره‌کش گیاهی استخراج و نیز به‌طور مصنوعی در آزمایشگاه سنتز شد. در سال ۱۹۳۲، متیل بروماید (CH_3Br) به‌عنوان یک حشره‌کش تدخینی در کشور فرانسه سنتز و مورد استفاده قرار گرفت. سال ۱۹۳۶ یک سال مهم برای کنترل حشرات محسوب می‌شود زیرا در این سال یک دانشمند انگلیسی به‌نام Wigglesworth هورمون جوانی حشرات (Juvenile hormone) را کشف کرد. در سال ۱۹۳۸، حشره‌کش TEPP (Tetraethyl Pyrophosphate) به‌عنوان اولین حشره‌کش فسفره توسط Gerhard Schrader کشف شد. تا زمان کشف د.د.ت در سال ۱۹۳۹، اغلب ترکیبات مورد استفاده از نوع معدنی یا گیاهی بودند اما از این زمان به بعد، تحول شگرفی حاصل شد که نقطه عطفی در تاریخ آفت‌کش‌ها محسوب می‌شود. اگرچه د.د.ت اولین بار در سال ۱۸۷۴ توسط Zeidler آلمانی کشف شد، اما خواص حشره‌کشی آن در سال ۱۹۳۹ توسط Paul Muller مشخص شد که متعاقب این کشف ارزشمند، ترکیبات کلره یکی پس از دیگری پا به عرصه وجود گذاشتند. در سال ۱۹۴۰، اولین علف‌کش هورمونی به‌نام 2-4-D (تو ـ فور ـ دی) کشف شد. ترکیبات کاربامات نیز در سال ۱۹۴۷ توسط شرکت CIBA-GEIGY معرفی شدند. به‌طور کلی تاریخچه آفت‌کش‌ها شامل سه دوره مشخص است که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

الف- دوران قبل از کشف د.د.ت: ترکیبات مورد استفاده در این دوره عمدتاً ترکیبات معدنی و گیاهی مانند ترکیبات آرسنیکی، نیکوتین و روغن‌های معدنی بودند.

ب- سال‌های ۱۹۳۹ تا ۱۹۶۷: یعنی از زمان پی بردن به خواص حشره‌کشی د.د.ت (در سال ۱۹۳۹) تا سال ۱۹۶۷ که در این دوره صدها ترکیب شیمیایی سنتز شدند، تعدادی از آن‌ها هنوز کاربرد وسیعی دارند.

ج- از سال ۱۹۶۷ به بعد: دوره تحول جدیدی در معرفی آفت‌کش‌ها محسوب می‌شود، زیرا نسل سوم حشره‌کش‌ها در این دوره معرفی شدند. حشره‌کش‌های اخیر مانند هورمون‌ها، فرمون‌ها و عقیم‌کننده‌های شیمیایی، خطرات سوء آفت‌کش‌های قبلی و سنتی را نداشتند.

۲-۱ آفت‌کش‌ها

آفت‌کش‌ها موادی شیمیایی هستند که به‌منظور کنترل آفات مختلف به‌کار گرفته می‌شوند، این مواد هر یک دارای مزایا و معایبی هستند اما بشر طی دوران تکامل آفت‌کش‌ها در جستجوی موادی بوده است که دارای خواص ایده‌آل باشند. خاصیت ایده‌آل به این مفهوم است که:

۱- آفت‌کش‌ها اثر قطعی روی آفت موردنظر داشته باشند.

۲- روی گیاهان و نیز حشرات مفید اثرات سوء نداشته باشند.

۳- برای انسان و دام بی‌خطر یا حداقل کم‌خطر باشند.

۴- روی مواد خوراکی تأثیر نامطلوب نگذارند.

۵- در شرایط جوی مختلف و بخصوص شرایط نامساعد محیطی پایدار باشند.

۶- کم دوام نباشند و در عین حال پایداری بسیار زیادی نیز در طبیعت نداشته و توسط میکروارگانیسم‌های محیط تجزیه شوند.

۷- روی تمام مراحل زندگی آفت مورد نظر مؤثر باشند.

۸- در محیط‌های اسیدی یا قلیایی دوام داشته باشند.

۹- در زنجیره‌های غذایی و اکوسیستم‌های مختلف اختلال مهمی ایجاد نکنند.

۱۰- از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشند.

نکته حائز اهمیت اینکه به‌طور قطع وجود تمام محاسن مذکور در یک ترکیب شیمیایی امکان‌پذیر نبوده و بشر هنوز نتوانسته است به ترکیبی ایده‌آل دست یابد که دارای تمام مزایای مذکور باشد. بنابراین در شرایط فعلی بشر فقط می‌تواند با توجه به شرایط محیط، نوع و تراکم آفت، نوع گیاه و نیز عوامل دیگر، ترکیب مناسب را انتخاب کند نه ترکیب ایده‌آل را، زیرا ترکیب ایده‌آل هنوز ساخته نشده است.

۳-۱ سم‌شناسی و اصطلاحات مربوط به آن

سم‌شناسی (Toxicology): علمی است که در رابطه با شناسایی سموم مختلف، خواص و اثرات آن‌ها روی موجودات زنده و نیز تجسس، نمونه‌برداری و اندازه‌گیری آن‌ها در محیط زیست و در بدن موجودات زنده یا مرده بحث می‌کند. سم‌شناسی دارای شاخه‌های مختلفی است که عبارتند از:

سم‌شناسی صنعتی (Industrial Toxicology): در مورد ایمنی کارگران صنعتی در برابر سموم بحث می‌کند.

سم‌شناسی محیط زیست (Environmental T.): انتقال، سوخت‌وساز و تغییرشکل فیزیکی و شیمیایی سموم را در تمام سیستم‌های بیولوژیکی مورد مطالعه قرار می‌دهد.

سم‌شناسی پزشکی (Medical T.): در رابطه با اثرات سموم روی انسان بحث می‌کند.

سم‌شناسی دامپزشکی (Veterinary T.): اثرات‌سموم روی‌جانوران اهلی را مورد بررسی قرار می‌دهد.

سم‌شناسی حشرات (Insect T.): تأثیر سموم مختلف روی حشرات را بررسی می‌کند.

سم‌شناسی نیز مانند سایر علوم قطعاً دارای عبارات و اصطلاحات مهم و بنیادی است که به‌منظور درک صحیح‌تر، داشتن اطلاعات کافی از آن‌ها بسیار ضروری است. بر این اساس، در این مقوله تعدادی از واژگانی که در متن کتاب به‌فراوانی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ارائه و بررسی می‌شوند.

سم و سمیت (Toxicant & Toxicity): هر ماده‌ای که با غلظت کم باعث ایجاد اختلال یا توقف در فعل و انفعالات حیاتی یک موجود زنده به‌طور موقت یا دائم شود، سم (Toxicant = Toxin) نامیده می‌شود. سموم می‌توانند دارای منشأ گیاهی، جانوری یا شیمیایی (معدنی یا آلی) باشند که در صفحات بعد توضیحات مبسوط در این رابطه ارائه خواهند شد. قابلیت ذاتی یک ترکیب در آسیب رساندن به یک موجود زنده به سمیت (Toxicity) موسوم است؛ در واقع عامل تعیین کننده در سمیت هر ترکیب، دز (Dose) یا مقدار مصرف است، به‌طوری که هر ماده‌ای که سمیت آن کمتر باشد دز بیشتری از آن در ایجاد مسمومیت لازم است.

مسمومیت (Intoxication): مسمومیت عبارت از به‌هم خوردن تعادل فیزیولوژیکی یا روانی موجود زنده است که در اثر ورود یا تماس با ماده سمی از راه‌های مختلف اتفاق می‌افتد. مسمومیت ممکن است حاد یا زودرس (Acute) یا مزمن و دیررس (Chronic) باشد. مسمومیت حاد، اثرات سمی یک ماده روی یک موجود زنده در پایان مدت زمان 24 ساعت است اما مسمومیت مزمن، سمیت یک ماده بعد از زمان

24 ساعت است که معمولاً بعد از چند روز یا حتی ماه‌ها و سال‌ها در معرض سم قرار گرفتن ایجاد می‌شود، به‌طوری که یک موجود زنده ممکن است تا آخر عمر در معرض غلظت‌های پایین یک ترکیب سمی ضعیف قرار گیرد. مسمومیت حاد ممکن است موجب مرگ شود اما در مسمومیت مزمن آسیب‌هایی مانند سرطان‌زایی (Carcinogenisity)، غده‌زایی (Onchogenisity)، جهش‌زایی (Mutagenisity) و ناهنجارزایی (Teratogenisity) ایجاد می‌شود. در پدیده ناهنجارزایی، ماده Teratogen (عامل ناهنجاری یا ناهنجارزا) معمولاً روی خود موجود باردار بی‌اثر است، اما روی جنین آن تأثیر منفی شدیدی بر جای می‌گذارد. مهم‌ترین ترکیب ناهنجارزا ترکیب دیوکسین (Dioxin = TCDD) می‌باشد که سمی‌ترین ماده‌ای است که تاکنون توسط بشر ساخته شده است. ترکیب مزبور در جنگ آمریکا علیه ویتنام به‌منظور خشکاندن گیاهان زراعی و از بین بردن جنگل‌ها به‌کار برده شد که ضمن ایجاد اثرات مزبور، در سال‌های بعد نیز باعث تولد نوزادان ناقص‌الخلقه فراوان در کشور ویتنام و حتی مناطق اطراف شد. لازم به توضیح است که ماده ناخالص دیوکسین در ساختن علف‌کش تو - فور - دی (2,4-D) به‌کار گرفته می‌شود. مسمومیت به روش‌های مختلفی می‌تواند اتفاق افتد که عبارتند از:

۱- **مسمومیت دهانی (Oral toxicity = Stomach t.)**: مسمومیتی که به‌وسیله هر ماده خوراکی مانند آب و مواد غذایی ایجاد می‌شود. به‌عنوان مثال مسمومیت‌های به‌وجود آمده به‌وسیله طعمه مسموم (Baite) در این مقوله قرار می‌گیرند.

۲- **مسمومیت پوستی (Dermal t. = Cutaneus t. = Contact t.)**: مسمومیتی که بر اثر تماس پوست بدن با یک ماده سمی ایجاد می‌شود.

۳- **مسمومیت زیرپوستی (Subcutaneous t.)**: مسمومیتی که با تزریق یک ماده سمی در زیر پوست ایجاد می‌شود.

۴- **مسمومیت تنفسی یا استنشاقی (Inhalation t.)**: ایجاد مسمومیت بر اثر در معرض بخار یا گرد سم قرار گرفتن است.

۵- **مسمومیت تزریقی (Injection t.)**: تزریق یک ماده سمی به بدن را می‌گویند که به سه حالت مختلف زیر می‌باشد:

الف- مسمومیت عضله‌ای (Intramuscular t.): این نوع مسمومیت بر اثر تزریق یک ماده سمی داخل عضله به‌وجود می‌آید.

ب- مسمومیت وریدی (Intraveneous t.): تزریق یک ماده سمی داخل ورید است که خطرناک‌ترین نوع مسمومیت می‌باشد.

ج - مسمومیت صفاقی (Intraperitoneal t.): تزریق ماده سمی به داخل صفاق یا حفره عمومی بدن، به مسمومیت صفاقی یا احشایی موسوم است.

آفت‌کش (Pesticide): واژه آفت‌کش از نظر مجموعه قوانین سازمان خواروبار جهانی (FAO) و نیز بهداشت جهانی (WHO) به هر ماده یا ترکیبی از مواد که به‌منظور پیشگیری یا کنترل آفت به‌کار می‌رود، گفته می‌شود. از دیدگاه دیگر آفت‌کش یک سم اقتصادی است که برای مبارزه، جلوگیری، انهدام، عقیم‌سازی یا کاهش جمعیت هر آفتی به‌کار می‌رود.

LD50 (Lethal Dose Fifty percent): (Lethal Dose) میانگین مقدار کشنده یک سم که بر حسب میلی‌گرم سم بر کیلوگرم وزن بدن جانور آزمایشگاهی تعیین می‌شود، و مقداری است که باعث مرگ 50% از جانوران مورد آزمایش در شرایط آزمایشگاهی می‌گردد. LD50 بیانگر مقدار سمیت یک ماده سمی می‌باشد و تغییرات آن دارای مفاهیم مختلف است به‌طوری که LD50=0-5mg/kg به مفهوم سموم بی‌نهایت خطرناک و LD50 =5-50 mg/kg به مفهوم سموم بسیار خطرناک، LD50 = 51-500 mg/kg به مفهوم سموم با خطر متوسط، LD50 = 501-5000 mg/kg به مفهوم سموم کم‌خطر و LD50 > 5000 mg/kg به مفهوم سموم بی‌خطر است. ذکر این نکته ضروری است که به همراه LD50، راه ورود سم نیز باید بیان شود زیرا سموم دارای راه‌های ورودی مختلفی به بدن هستند که سمیت آن‌ها بر اساس نحوه ورود به بدن متفاوت است. در هر حال اگر راه ورود یک سم ذکر نشد، منظور همان راه گوارشی (Oral) می‌باشد.

LC_{50} (Lethal Concentration): میانگین غلظت کشنده یک سم است که باعث مرگ 50% موجودات تحت آزمایش می‌شود. با توجه به اینکه اصطلاح مزبور در محیط‌های آبی کاربرد دارد، لذا واحد آن ppm (parts per million) یا ppb (parts per billion) می‌باشد.

EC_{50} (Effective Concentration): میانگین غلظت مؤثر یک سم است که باعث ایجاد اثر معینی در 50% از موجوداتی که در معرض سم قرار می‌گیرند، می‌شود و واحد آن ppm یا ppb می‌باشد.

ED_{50} (Effective Dose): میانگین مقدار مؤثری از یک سم که باعث ایجاد اثر معینی در 50% از موجوداتی که در معرض سم قرار دارند، شود. واحد آن mg/kg (میلی‌گرم بر کیلوگرم) است و اغلب در مورد قارچ‌کش‌ها کاربرد دارد.

دز (Dose = Dosage): مقداری از سم که در واحد گیاه، جانور یا سطح به‌کار می‌رود.

Bioaccumulation (تجمع در سیستم زنده) یا Biomagnification (بزرگ شدن در سیستم زنده) یا Bioconcentration (غلیظ شدن در سیستم زنده): به تجمع یا افزایش غلظت یک ماده شیمیایی در گیاهان یا جانوران اطلاق می‌شود و پدیده‌ای است که طی آن مقدار یک ماده شیمیایی در اجزای بالاتر زنجیره غذایی افزایش می‌یابد. خاصیت تجمعی (Cumulative Effect) به قابلیت تجمع سموم در بافت‌ها گفته می‌شود و با هر بار تماس مقدار ذخیره شده در بافت افزایش می‌یابد. در زنجیره‌های غذایی، هر موجودی مورد تغذیه موجود بالاتر قرار می‌گیرد. د.د.ت وقتی که وارد آب می‌شود، موجودات ریز داخل آب یا زئوپلانکتون‌ها (Zooplankton) از آن تغذیه می‌کنند و در بدن آن‌ها ذخیره می‌شود. موجودات مزبور مورد تغذیه موجودات سطوح بالاتر زنجیره یعنی به ترتیب ماهی‌های کوچک، ماهی‌های بزرگ، ماهی‌های بسیار بزرگ، مرغان ماهی‌خوار و در نهایت پرندگان شکارچی درشت جثه قرار می‌گیرند. نکته حائز اهمیت اینکه غلظت د.د.ت در بدن پرندگان شکارچی که در رأس هرم قرار دارند بیشترین مقدار است، به عبارت دیگر همگام با افزایش جثه جانوران در زنجیره‌های غذایی، غلظت د.د.ت در بدن آن‌ها نیز به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد.

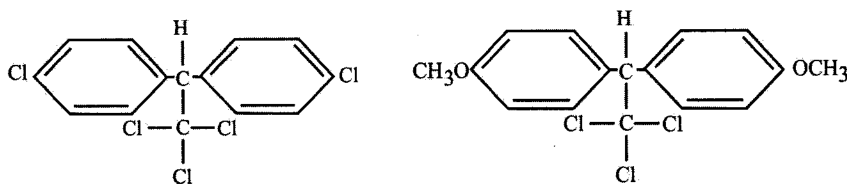
Biodegradation (تجزیه در سیستم زنده) یا Biodeterioration (شکستن در سیستم زنده): پدیده‌ای که طی آن مواد شیمیایی در بدن موجودات زنده تجزیه می‌شوند و به شکل‌های ساده‌تر و کم‌ضررتر تبدیل می‌شوند. اغلب مواد شیمیایی پس از ورود به داخل خاک توسط حشرات و جانوران میکروسکوپی داخل خاک تجزیه می‌شوند. به این ترتیب عامل اساسی در بی‌ضرر شدن مواد در محیط زیست، تجزیه آن‌ها در سیستم زنده است.

رقیق کننده (Diluent): جزئی از یک سم یا مخلوط سمی است که باعث رقیق کردن ماده خالص می‌شود.

امولسیون کننده (Emulsifier): موادی که برای تثبیت تعلیق یک مایع در مایع دیگر به‌کار می‌روند.

ترکیبات هومولوگ (Homolog Materials): به مولکول‌هایی گفته می‌شود که ساختاری مشابه داشته و تفاوت آن‌ها از نظر تعداد واحدهای ساختمانی می‌باشد، مانند متان (CH_4) و اتان (C_2H_6).

ترکیبات آنالوگ (Analog Materials): به مواد شیمیایی گفته می‌شود که از نظر ساختمانی تفاوت جزئی با یکدیگر دارند، مانند حشره‌کش‌های D.D.T و متوکسی‌کلر (Methoxychlor) (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱ ساختمان شیمیایی د.د.ت (سمت راست) و متوکسی‌کلر (سمت چپ) که فقط در بنیان متوکسی (OCH_3) با یکدیگر تفاوت دارند و جزء ترکیبات آنالوگ محسوب می‌شوند.

۱-٤ مراحل تهیه یک آفت‌کش

پس از ساخته شدن یک ترکیب شیمیایی که به نحوی می‌تواند در کشاورزی به‌کار گرفته شود، ترکیب مزبور به آزمایشگاه فرستاده می‌شود تا با انجام یکسری مراحل فیزیکی و شیمیایی به شکل قابل استفاده روی گیاهان تبدیل شود. طبعاً برای این منظور و انجام آزمایش‌های مقدماتی اما با دامنه وسیع، احتیاج به پرورش گیاهان مختلف اعم از گیاهان زراعی و غیرزراعی و از خانواده‌های مختلف و نیز مربوط به مناطق مختلف (شامل مناطق گرمسیری، نیمه‌گرمسیری و معتدل) می‌باشد. همچنین کشت یا پرورش پاتوژن‌ها و آفات جانوری ضروری است تا این ترکیبات از نظر حشره‌کشی، قارچ‌کشی، نماتدکشی، علف‌کشی و غیره به‌طور موقت مورد آزمایش قرار گیرند. در این رابطه به گلخانه‌ها و اتاق‌های رشد با درجه حرارت و رطوبت قابل تنظیم و به تعداد مناسب مورد نیاز است. بعد از مراحل مزبور، فقط ترکیباتی که خواص و موارد مصرف آن‌ها معین شود، در کمیسیونی متشکل از متخصصان رشته‌های بیولوژی، فیزیولوژی، شیمی تجزیه، بیوشیمی و کارشناسان فرمولاسیون مورد بحث و تبادل نظر قرار می‌گیرند تا در مورد امکان انجام آزمایش‌های دقیق‌تر بعدی تصمیمات مقتضی اتخاذ شود. اما در صورتی که خواص ترکیب یا ترکیبات مورد آزمایش به نحوی باشد که کمیسیون مربوطه، ادامه فعالیت‌ها را تصویب نکند، از این مرحله به بعد مطالعات بیولوژیک روی اثرات جانبی و بخصوص سمیت آن روی جانوران خونگرم، ماهی‌ها و تعدادی از جانوران آبزی که مورد تغذیه ماهی‌ها قرار می‌گیرند، شروع می‌شود. بررسی‌های دقیقی نیز در رابطه با روش‌ها و مراحل تجزیه شیمیایی، تعیین باقیمانده سموم و متابولیت‌های آن‌ها در محیط و نیز در بدن موجودات مختلف صورت می‌گیرد. در مرحله بعد فرمول شیمیایی ترکیب به ثبت می‌رسد. مدارک به‌دست آمده از آزمایشات مختلف به کمیسیون علمی می‌رود تا مجموعه آزمایشاتی شامل دوام و دامنه تأثیر سم، سازگاری سم با سایر ترکیبات شیمیایی و با گیاهان، زمان و مقدار مناسب مصرف، تأثیر سم روی آفات و عوامل بیماری‌زای گیاهی و غیره روی ترکیب مورد نظر انجام شود. همزمان با پژوهش‌های مزبور، ترکیبات شیمیایی را جهت انجام بررسی‌های

تکمیلی سم‌شناسی و تأثیر آن‌ها روی گونه‌های خاصی از جانوران در دو محیط آبی و خشکی به‌دقت مورد آزمایش قرار می‌دهند که در زیر به این موارد اشاره می‌شود.

الف- بررسی تأثیر سموم روی ماهی‌ها و سایر جانوران و گیاهان آبزی: ابتدا مقدار ترکیب شیمیایی برای ایجاد مسمومیت حاد به‌وسیله آزمایش‌های متعدد روی تعدادی از ماهی‌هایی که بر اساس تحقیقات انجام شده جزء حساس‌ترین ماهی‌ها به سموم هستند، مانند ماهی گوپی (Lebistes reticulatus)، ماهی کاریف (Cyprinus carpio)، ماهی قزل‌آلا (Salmo gaidnori) یا ماهی‌های مشابه دیگر تعیین می‌شود. سپس با استفاده از مقادیر کمتر سم در مدت زمان یک تا دو ماه، حد ایجاد مسمومیت مزمن تعیین می‌گردد. همچنین در تمام این مدت رفتار ماهی‌ها از نظر تمایل به تغذیه و سایر رفتارهای آن‌ها و نیز میزان مرگ و میر آن‌ها تحت نظر قرار می‌گیرد و به تشریح اعضای داخلی و خارجی بعضی از آن‌ها مبادرت می‌گردد و ضایعات احتمالی کبد، آبشش‌ها، کلیه‌ها و پوست بررسی و مقدار سم در بافت‌های مختلف آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود. بدیهی است که بررسی ترکیبات شیمیایی روی جانوران آبزی که مورد تغذیه ماهی‌ها قرار می‌گیرند از لحاظ مسمومیت، میزان مرگ‌ومیر و نیز باقیمانده سم در بدن آن‌ها نیز باید انجام شود و برای این منظور از گونه‌های بخصوصی از جانوران استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال، از شاخه کرم‌ها دو گونه Dugesia tigrina و Tubifex tubifex، از شاخه نرم‌تنان، حلزون‌های Limnea stagnalis و Planorbis corneus، از رده سخت‌پوستان، خرچنگ‌های Artemia salina و Daphnia magna و از رده حشرات، پشه Aedes aegypti مورد آزمایش قرار می‌گیرند. اثر ترکیب شیمیایی روی آلگ‌ها یا جلبک‌های تک سلولی مانند گونه Scenedesmus chlorella و نیز برخی باکتری‌ها اندازه‌گیری می‌شود و این عمل بر اساس تغییر در قدرت تقسیم سلول‌ها و نیز افزایش وزن آلگ‌هاست. همچنین با کمک ترکیبات رادیواکتیو، تجزیه احتمالی سم در بدن جلبک‌ها اندازه‌گیری می‌شود و این عمل ضرورت دارد زیرا اغلب جانوران آبزی از جلبک‌ها تغذیه کرده و خود نیز مورد تغذیه جانوران درشت‌تر و نیز ماهی‌ها قرار می‌گیرند. تمام فعالیت‌ها و آزمایشات مربوط به تأثیر سموم روی موجودات زنده تحت عنوان زیست‌سنجی Bioassay موسوم است و مفهوم دقیق این واژه عبارت است از اندازه‌گیری پتانسیل هر نوع محرک (اعم از فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، فیزیولوژیکی و روان‌شناسی) که باعث عکس‌العمل‌های مختلف در یک موجود زنده می‌شود. دلایل زیست‌سنجی ترکیبات شیمیایی شامل موارد زیر است:

۱- زیست‌سنجی پتانسیل آفت‌کش مورد استفاده را تعیین می‌کند.

۲- سمیت‌نسبی آفت‌کش‌های مختلف را می‌توان تعیین کرد.

۳- مقاومت حشره به حشره‌کش‌های مختلف را می‌توان مطالعه نمود.

۴- بقایای حشره‌کش‌ها در گیاهان را می‌توان ارزیابی کرد.

۵- انواع متابولیت‌های سمی را که از حشره‌کش‌ها حاصل می‌شوند، می‌توان تعیین نمود.

۶- فرمولاسیون‌های جدید را می‌توان گسترش داد و سموم جدید را با آینده امیدوار کننده به‌طور وسیع مورد آزمایش قرار داد.

ب- بررسی تأثیر سموم بر جانوران خشکی‌زی: تعیین مقدار کشنده سم روی پستانداران معمولاً از طریق بررسی‌های مسمومیت‌شناسی روی موش، خوکچه هندی، خرگوش و پرندگان (معمولاً گونه Coturnix coturnix) انجام می‌گیرد. به‌طوری که با تغذیه یک تا سه گونه از این جانوران آزمایشگاهی با سم به مدت 3 و 24 ماه حد و مقداری از سم که دیگر نتواند مسمومیت مزمن در جانور ایجاد کند، مشخص می‌شود و به اصطلاح حد بی‌اثر بودن سم (No Effect Level). تعیین می‌گردد و به آن سطح بدون علائم یا بدون علائم قابل مشاهده می‌گویند NOEL (No Observable Effect Level). همچنین اثر سم از طریق جذب پوستی و تنفسی ارزیابی می‌شود. در رابطه با پستانداران آزمایشگاهی معمولاً افراد سه نسل پشت سرهم با غذای آلوده به ترکیب سمی تغذیه می‌شوند تا به اثبات برسد که ترکیب مورد نظر فاقد خواص ناهنجارزایی (Teratogencity)، جهش‌زایی (Mutagencity) و سرطان‌زایی (Carcinigencity) باشد. در رابطه با پرندگان، تعیین مقدار کشنده سم ضروری است اما اثرات سم روی ضخامت پوسته تخم پرنده و تعیین باقیمانده سم در تخم نیز باید تعیین شود. اثر سم روی بی‌مهرگان زمین‌زی مانند کرم خاکی (Lumbricus terrestris) نیز باید بررسی شده و مقدار کشنده سم تعیین شود. آزمایش‌هایی نیز روی زنبورهای پارازیتوئید و حشرات شکارگر به عمل می‌آید، زیرا این حشرات از مهم‌ترین عوامل طبیعی در مبارزه بیولوژیک محسوب می‌شوند. تأثیر حشره‌کش روی زنبور عسل (Apis melifera) و کرم ابریشم (Bombyx mori) نیز به‌طور جداگانه مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

به‌منظور تعیین باقی‌مانده سموم کشاورزی روی محصولات سمپاشی شده، خاک و نیز ارگانیسم‌های زنده موجود در خاک، لازم است تا در طول مدت رشد و نمو و در زمان‌های معین، از محصولات نارس تا زمانی که فرآورده‌های کشاورزی برای مصرف یا تغییر شکل آماده می‌شوند، نمونه‌برداری گردد و مقدار سم و نحوه تجزیه آن در گیاه بررسی شود. در رابطه با خاک نیز باید از همین روش استفاده شود، به‌طوری که از زمان مصرف سم با برنامه‌های مشخصی از خاک نمونه‌برداری می‌گردد و اثرات و نیز تغییرات مقدار سم، باقیمانده سم، قدرت نفوذ سم به آب‌های سطحی و عمقی تعیین می‌شود. در آزمایشگاه‌های مربوط به تجزیه شیمیایی، ضمن تعیین باقیمانده ترکیب شیمیایی در بافت‌های گیاهی و جانوری، در خاک، در آب و در محصولات کشاورزی با استفاده از روش‌های استاندارد و با کمک مواد رادیواکتیو، متابولیت‌های این ترکیبات نیز به‌طور کامل تعیین می‌شوند. پژوهش‌های مربوط به اثرات این

ترکیبات روی محیط زیست نیز در این مرحله انجام می‌شود.

نتایج آزمایش‌های بیواکولوژی، تجزیه شیمیایی، فیزیولوژی، خواص فیزیکی و شیمیایی، نحوه تأثیر و نیز تمام نتایجی که در رابطه با ترکیب موردنظر شناخته شده است، به بخش پژوهش‌های کشاورزی فرستاده می‌شود و در این مرحله است که ترکیب مورد نظر دارای علامت و شماره استاندارد می‌شود (Patent Number: شماره ثبت برای یک دوره معین که به موجب آن یک شرکت می‌تواند یک سم را بدون علنی کردن ترکیب شیمیایی آن تولید و به بازار عرضه کند). بخش پژوهش کشاورزی مبادرت به آزمایش ترکیب شیمیایی در سطوح بزرگ و در شرایط و مناطق آب و هوایی مختلف می‌نماید. لازم است تا با پژوهش‌های علمی و آماری نه تنها به خواص بیواکولوژیک ترکیب مورد نظر در شرایط مختلف پی برده شود بلکه اثرات آن روی بیماری‌های گیاهی و آفات و نیز روی گیاهان مختلف بررسی گردد. این آزمایشات معمولاً دو نوع هستند که یا به‌وسیله مقامات مسئول محلی (کارشناسان سازمان‌های کشاورزی یا محققین دانشگاه‌ها) یا به‌وسیله نمایندگان علمی کارخانجات سازنده انجام می‌شود. با در نظر گرفتن مطالعات و آزمایشات متعدد روی سموم ساخته شده این نکته به اثبات می‌رسد که یک سم کشاورزی از شروع تهیه تا مصرف، یک راه بسیار طولانی را می‌پیماید که به‌طور متوسط 7 تا 17 سال به طول می‌انجامد.

۱-۵ فرمولاسیون در آفت‌کش‌ها (Formulation of Pesticides)

اولین موضوع در فرمولاسیون یک سم، تولید سم تکنیکال (Technical) است که معمولاً توسط آزمایشگاه‌ها و شرکت‌های سازنده سم در رابطه با تهیه آن‌ها کار می‌شود. سم تکنیکال، فرمول مؤثر یک سم را گویند که معمولاً در آب غیرقابل حل اما در حلال‌های آلی قابل حل است. برای تهیه فرمولاسیون یک آفت‌کش، ترکیبات شیمیایی مختلف مورد آزمایش قرار گرفته و به‌طور مرتب غربال (Screen) می‌شوند تا به ترکیب مورد نظر برسند.

تعریف فرمولاسیون آفت‌کش: اثرات بیولوژیک آفت‌کش‌ها در مقادیر بسیار کم ظاهر می‌شود، به همین دلیل آن‌ها را به شکل خاصی تهیه کرده و به‌طور یکنواخت روی منطقه وسیعی پخش می‌کنند. تهیه ماده مؤثر یک سم به‌شکل مناسب جهت مصرف را اصطلاحاً فرمولاسیون (Formulation) گویند. در فرمولاسیون با استفاده از روش‌های مختلف تغییراتی روی ماده تکنیکال (شکل خالص یا صنعتی) آفت‌کش اعمال می‌شود و موجب بهبود شرایط نگهداری، کاربرد، تأثیر و ایمنی ترکیب آفت‌کش می‌گردد.

ترکیبات به‌کار رفته در فرمولاسیون سموم

یک فرمولاسیون ترکیبی از ماده مؤثر (ماده تکنیکال سم)، مواد کمکی و مواد جانبی است. مواد کمکی و جانبی برحسب نوع فرمولاسیون مقداری تفاوت دارند اما بسیاری از اجزای فرمولاسیون در انواع فرمولاسیون مشترک هستند نظیر حامل‌ها. غیر از ماده تکنیکال اجزای دیگر شامل مواد حمل‌کننده[۱] (حامل‌ها) کم‌کننده‌های کشش سطحی[۲] (سورفکتانت‌ها) امولسیون‌کننده‌ها[۳]، تشدیدکننده‌ها[۴] (سینرژیست‌ها)، ایمن‌کننده‌ها[۵]، خوشبوکننده‌ها[۶]، اسیدی‌کننده‌ها[۷]، ضدکف‌ها[۸]، مواد چسباننده[۹] و کم‌کننده‌های تبخیر[۱۰] یا بازدارنده‌های فراریت سموم هستند.

حامل‌ها ممکن است جامد، مایع یا گاز باشند که در فرمولاسیون متناسب خود به‌کار می‌روند از انواع جامد تالک، رس کائولینیت، مونت‌موریلونیت و ورمی‌کولیت و از انواع مایع دی‌کلرومتان، روغن‌ها، هگزان و آب و از انواع گازی مخلوط هوا و دی‌اکسیدکربن را می‌توان نام برد. کم‌کننده‌های کشش سطحی که با نام فعال‌کننده‌های سطح معروف هستند نیز تنوع بسیار دارند صابون‌ها، ساپونین‌ها، ژلاتین و کازئین انواعی از این گروه ترکیبات می‌باشند این ترکیبات با کاهش کشش سطحی مولکول‌های آب به پخش شدن قطرات روی سطوح کمک بسیار می‌کنند. امولسیون‌کننده‌ها گروه مهمی از اجزای فرمولاسیون‌ها خصوصاً امولسیون‌شونده‌های غلیظ می‌باشند این مواد به دسته امولسیون‌کننده‌های کاتیونی، آنیونی و غیریونی تقسیم می‌شوند. در انواع کاتیونی یون‌های دارای بار مثبت نقش دارند و از انواع آن‌ها می‌توان به ترکیبات ازته هتروسیکلیک و املاح آمونیوم چهارگانه اشاره کرد. در انواع آنیونی یون‌های با بار مثبت نقش داشته و از جمله آن‌ها می‌توان به صابون‌ها، Aresket، Agral و Igpon اشاره کرد. دسته سوم انواع غیریونی هستند که بخش هیدروفیل آن‌ها را گروه اپوکسید تشکیل می‌دهد و از یون‌ها خبری نیست و از مثال‌های آن به Saponin، Triton و Tweens می‌توان اشاره کرد. نقش اصلی این ترکیبات برقراری ارتباط بین ترکیبات آبدوست و چربی‌دوست است، ساختار مولکول‌های امولسیون‌کننده‌ها دارای دو بخش آبدوست و چربی‌دوست است لذا می‌تواند به‌عنوان یک پل باعث برقراری ارتباط بین این دو گروه ترکیبات شود. سینرژیست‌ها منجر به تشدید اثر سموم می‌شوند و از آن‌ها سزامولین و پی‌پرونیل

1- Carriers
2- Surfactants
3- Emulcifiers
4- Synergistes
5- Safeners
6- Perfumes
7- Acidifiers
8- Defoaming agents
9- Stickers
10- Humectants

بوتوکساید می‌باشند. ایمن‌کننده‌ها کاهنده خطر گیاه‌سوزی برخی سموم هستند نظیر آهک که در مخلوط بر دو استفاده می‌شود. خوشبوکننده‌ها در فرمولاسیون سمومی به‌کار می‌روند که دارای بویی نامطبوع هستند. البته بیشتر در حشره‌کش‌های خانگی استفاده می‌شوند، اسیدی‌کننده‌ها در فرمولاسیون سموم حساس به محیط قلیایی استفاده می‌شوند. عوامل ضدکف مانع از کف کردن بیش از حد در مخازن سمپاش هنگام همزنی می‌شوند. عوامل چسباننده نظیر ژلاتین منجر به چسبیدن سم به سطوح مورد عمل می‌شوند. عوامل کاهنده تبخیر ترکیباتی از پلی‌اتیلن گلیکول بوده و فاصله زمانی خشک شدن سم پس از سمپاشی را افزایش می‌دهند.

۶-۱ انواع فرمولاسیون‌ها در آفت‌کش‌های کشاورزی

۱-۶-۱ فرمولاسیون‌های خشک

الف- گرد (Dust): گرد معمولاً به ذرات بسیار کوچکی که قطر آن‌ها کمتر از 30 میکرون است، اطلاق می‌شود. فرمولاسیون سموم به‌صورت گرد معمولاً دارای 0.5 تا 10 درصد ماده مؤثر است و در موقع کاربرد در مزرعه با مقدار معینی از گردهای بی‌اثر (Inert Dust) مانند گرد کائولینیت، دیاتومیت یا گرد تالک رقیق می‌شوند، اما گرد گوگرد استثنائاً بدون رقیق شدن به مصرف می‌رسد. در رابطه با گردهای بی‌اثر، هنگامی که اندازه آن‌ها کمتر از 10 میکرون باشد، باعث ایجاد خراش در کوتیکول حشرات شده و در نتیجه تبخیر آب بدن و نیز نفوذ عوامل بیماری‌زا مانند قارچ‌ها و باکتری‌ها را به داخل بدن حشره موجب می‌شوند. پودرهای مزبور جاذب رطوبت نیز هستند که این امر باعث تسریع در از دست رفتن آب بدن حشره می‌شود. بنابراین گردهای بی‌اثر نه تنها برای رقیق کردن گردهای سمی به‌کار می‌روند، بلکه به‌طریق فیزیکی باعث مرگ حشرات نیز می‌شوند، مانند پودر کاربوراندم. دلیل نام‌گذاری آن‌ها به گردهای بی‌اثر این است که اثر آن‌ها بیولوژیک نبوده و صرفاً به‌صورت فیزیکی می‌باشد.

مشخصاتی که برای فرمولاسیون گردها در نظر گرفته شده این است که 98% آن باید از الک 150 میکرون عبور کند اما در برخی موارد بیش از 50% ذرات گرد کمتر از 10 میکرون قطر دارند یا 90% ذرات دارای قطری کمتر از 3 میکرون هستند. ذرات کوچک گرد ممکن است خطراتی را از طریق تنفس برای انسان به‌وجود آورند. گردها باید در جای خشک نگهداری شوند، زیرا در هوای مرطوب متراکم و غیر قابل مصرف می‌شوند. در گردپاشی اگر مقدار ماده مؤثر کم باشد، برای هر هکتار 20 تا 50 کیلوگرم گرد مورد نیاز خواهد بود. در مناطقی که مشکل دسترسی به آب وجود دارد، گردها کاربرد قابل ملاحظه‌ای دارند. نکته حائز اهمیت اینکه به‌منظور جلوگیری از پدیده باد بردگی سموم یا

دریفت (Drift)، سرعت باد در هنگام گردپاشی باید کمتر از چهار متر بر ثانیه باشد.

ب- گرانول (Granule): به‌منظور فائق آمدن بر مشکل باد بردگی سموم و نیز در استفاده از سموم بسیار خطرناک مانند آلدیکارب (Aldicarb) که LD50 آن کمتر از یک میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد و نباید به‌صورت محلول‌پاشی به مصرف برسند، گرانول‌ها کاربرد قابل ملاحظه‌ای پیدا کرده‌اند. مصرف علف‌کش‌ها به صورت گرانول نیز امروزه در حال گسترش است. همچنین به منظور کنترل آفات خاکزی و نیز تقویت خاک می‌توان گرانول‌ها را با کودهای شیمیایی مخلوط کرده و به‌کار برد. در تهیه گرانول‌ها، سم در یک حلال مناسب حل شده و ماده حامل به آن اضافه می‌شود. آزاد شدن ماده مؤثر گرانول‌ها در شرایط مختلف آب و هوایی مهم است، زیرا اگر باران شدیدی ببارد و اجازه انجام سمپاشی در زمان مقتضی را ندهد، در چنین شرایطی می‌توان از سموم گرانول استفاده کرد. نفوذ سم از فرمولاسیون گرانول به داخل گیاه در شرایط خشک ناچیز است، بنابراین فرمولاسیون گرانول برای مناطقی که آبیاری می‌شوند و رطوبت کافی وجود دارد، بسیار مناسب است. از طرف دیگر در برخی مواقع رطوبت بسیار بالا باعث ایجاد گیاه‌سوزی توسط گرانول‌ها می‌شود.

گرانول‌ها بر اساس اندازه طبقه‌بندی می‌شوند. انواع درشت مناسب کاربرد در خاک (3-5 mm) و انواع ریز برای سمپاشی شاخ و برگ استفاده می‌شود (0.25-1.5 mm). حامل مورد استفاده ورمی کولیت ومونت موریلونیت هستند که رطوبت‌پذیری بیشتری دارند. درصد ماده مؤثر در گرانول‌ها معمولاً کمتر از 15 می‌باشد. بدیهی است اگر اندازه گرانول‌ها کوچک باشد، تعداد آن‌ها در واحد وزن زیاد شده و در نتیجه موقع پخش کردن گرانول‌ها روی زمین زراعی تعداد آن‌ها در واحد سطح زیاد و به این ترتیب کارآیی آن‌ها افزایش خواهد یافت.

ج- تدخین شونده‌های خشک: فرمولاسیون‌هایی هستند که به‌صورت قرص عرضه شده و در معرض هوا، ماده یا مواد سمی خود را به‌تدریج آزاد می‌کنند و فضای محیط مورد نظر را اشباع می‌نمایند. به‌عنوان مثال فسفید آلومینیوم همراه با کربنات آلومینیم به صورت قرص‌های کوچک، سخت و فشرده (به‌نام فستوکسین) تهیه می‌شوند قرص‌های مزبور در معرض رطوبت هوا به گاز فسفین (PH_3)، هیدروکسید آلومینیم، آمونیاک و دی‌اکسیدکربن تبدیل می‌گردند. استفاده از این قرص‌ها اغلب در انبارهای غلات حائز اهمیت است. تدخین شونده دیگر، متیل بروماید (CH_3Br) است که در کپسول‌های تحت فشار نگهداری می‌گردد. این ترکیب به‌صورت خالص یا مخلوط با دو درصد کلروپیکرین تهیه می‌شود.

۲-۶-۱ فرمولاسیون‌های مخصوص محلول‌پاشی

الف- پودرهای قابل تعلیق یا پودرهای وتابل (Wetable Powder): این فرمولاسیون‌ها که گاهی پودرهای قابل پخش یا قابل سمپاشی نیز نامیده می‌شوند، حاوی ذرات بسیار نرم آفت‌کش و مواد سورفکتانت (Surfectant: ماده فعال کننده سطح که نقش آن کاهش دادن مقدار کشش سطحی است) بوده که قادر هستند با آب مخلوط شده و سوسپانسیون پایداری را تشکیل دهند. پودرهای وتابل غالباً دارای 50% ماده مؤثر بوده اما گاهی با غلظت بیشتری نیز تهیه می‌شوند. این فرمولاسیون از آنجایی که ماده خشک است، دوام آن بیشتر از امولسیون کننده‌هاست. مراحل تهیه آن به این ترتیب است که ابتدا سم تکنیکال را در ماده آلی حل کرده، مقداری ماده پخش‌کننده به آن اضافه کرده و سپس مقداری ماده همراه بی‌اثر مانند تالک و غیره به آن می‌افزایند و مجموعه فوق را حرارت می‌دهند تا خشک شود. در مرحله بعد آن را آسیاب و نرم می‌کنند. بخش عمده ذرات در فرمولاسیون پودر وتابل دارای قطری کمتر از 5 میکرون بوده و تمام ذرات باید از الک 44 مش عبور کنند. بهتر است مقدار سورفکتانت به اندازه‌ای باشد که ضمن اینکه باعث پخش شدن ذرات سم روی سطح هدف می‌شود، در مقابل باران نیز به اندازه کافی مقاوم بوده و شسته نشود. هنگام مخلوط کردن پودرهای وتابل با آب توصیه می‌شود که از همزن استفاده شود. با توجه به اینکه بسیاری از پودرهای وتابل سفید رنگ هستند، بنابراین باید از قرار دادن آن‌ها در ظرف‌های روباز و بدون پوشش در نزدیک ظروف مواد غذایی مانند شکر و آرد اجتناب کرد تا با هم اشتباه نشوند.

ب- امولسیون شونده‌های غلیظ (Emulsifiable Concentrate = EC): در این نوع فرمولاسیون، ماده مؤثر سم که در آب نامحلول است، در یک حلال مناسب مانند گزیلن یا سیکلوهگزانون حل شده و به این ترتیب دو فاز جداگانه تشکیل می‌شود. در مرحله بعد یک ماده امولسیون کننده یا امولسیفایر (Emulcifier) که یک نوع سورفکتانت است، به ترکیب فوق اضافه می‌شود. قسمتی از مولکول امولسیفایر، هیدروفیل (آب‌دوست یا محلول در آب) و قسمت دیگر لیپوفیل (چربی دوست یا محلول در چربی) می‌باشد که به این ترتیب باعث می‌شود ترکیب فوق در آب به‌صورت گویچه‌های کروی شکل کوچک که معمولاً قطر آن‌ها کمتر از 10 میکرون است، درآید و در سرتاسر آن پخش شده و به‌صورت یک فاز پیوسته درمی‌آیند. درصد ماده مؤثر در این فرمولاسیون معمولاً کمتر از 50% است. امولسیون‌ها امروزه در کشاورزی بیشترین مصرف را دارند و تنها اشکال آن‌ها این است که دوام زیادی ندارند و نیز به‌دلیل دارا بودن حلال نفتی گاهی باعث ایجاد گیاه‌سوزی می‌شوند. تأثیر امولسیون‌ها به‌دلیل قطر ریزتر ذرات، بیشتر از پودرهای وتابل است.

ج- امولسیون‌های معکوس (Invert Emulsions): در این نوع فرمولاسیون، شکل امولسیون «روغن در آب» به امولسیون«آب در روغن» تبدیل می‌شود. کاربرد این نوع فرمولاسیون‌ها به‌دلیل نیاز به وسایل و تجهیزات خاص و پیشرفته محدود است، زیرا بسیار غلیظ هستند. این نوع فرمولاسیون به دلیل گیاه‌سوزی روغن‌ها برای علف‌کش‌ها مناسب است.

۳-۶-۱ فرمولاسیون سموم به‌صورت U.L.V (Ultra Low Volume)

در این نوع فرمولاسیون، روی ماده تکنیکال سم، عملیات خاصی انجام نمی‌گیرد بلکه ماده مؤثر سم در یک حلال مناسب از نظر غلظت یا ویسکوزیته (Viscosity) پایین، عدم ایجاد گیاه‌سوزی و وزن مخصوص مناسب حل شده و آماده پخش در یک حجم فوق‌العاده کم (1 تا 2 لیتر در هکتار) می‌شود. فرمولاسیون U.L.V باید خاصیت حداقل تبخیر شدن را داشته باشد که روغن‌های گیاهی بخصوص روغن سویا در این رابطه کاربرد فراوانی دارد.

۴-۶-۱ فرمولاسیون‌های دودزا

در این نوع فرمولاسیون‌ها، آفت‌کش با یک ماده اکسیدان و آتش‌زا مخلوط می‌شود که بر اثر سوختن، مقدار زیادی گاز سمی تولید می‌گردد. کاربرد عمده این نوع فرمولاسیون‌ها در مکان‌های مسدود بخصوص انبارهاست. برای کنترل پشه در منازل و انگل‌های خارجی زنبور عسل در کندو نیز استفاده می‌شود.

۵-۶-۱ فرمولاسیون‌های قابل حل در آب

به‌کار بردن سورفکتانت‌های مناسب، آفت‌کش‌های روغنی را قابل حل در آب می‌کند. هدف از تولید این قبیل فرمولاسیون‌ها این است که نفوذ سم را در ساقه و کوتیکول برگ افزایش دهند تا ماده مؤثر آن بتواند داخل گیاه جابه‌جا شود.

۶-۶-۱ نوارهای سمی (Poisons taps)

به‌منظور کاربرد سموم به‌طور موضعی و روی تنه درختان، از نوارهای حاوی سم استفاده می‌شود. همچنین از نوارهای آغشته به روغن گریس نیز برای به دام انداختن حشراتی که از تنه درختان بالا می‌روند، استفاده می‌شود. مثال‌های بارز این نوع فرمولاسیون عبارتند از: Apistan که علیه کنه Varroa sp. (پارازیت زنبور عسل) به‌کار می‌رود، نوار شلتوکس متشکل از یک سم و یک ماده جلب

کننده است، نوار نگزالوت علیه آفات انباری کاربرد دارد و ماده مؤثر آن سم گامکسان (Gamexan) است و نوارهای سمی آغشته به دی‌کلروس (Dichlorvos) نیز وجود دارد که برعلیه حشرات خانگی به‌کار می‌روند.

۱-۶-۷ اسپری‌ها (Spray)

اسپری‌ها جزء فرمولاسیون‌های نسبتاً جدید هستند که قطر ذرات در آن‌ها 0.1 تا 50 میکرون می‌باشد و مهم‌ترین ویژگی آن‌ها سهولت کاربرد آن‌هاست. این فرمولاسیون دارای چهار جزء مختلف شامل ماده فعال، حلال آلی، گاز حامل و مواد معطر می‌باشد. گاز مورد استفاده در اسپری‌ها در گذشته از نوع کلروفلورومتان بود که به‌دلیل آسیب به لایه ازن، امروزه از گاز بوتان بی‌بو استفاده می‌شود. یک نوع از این فرمولاسیون آئروسل‌های خانگی است که در آن حشره‌کش در یک حلال حل شده و همراه یک گاز حامل مصرف می‌شود در این موارد از سموم کم‌خطر برای انسان مثل پیرتروییدها استفاده می‌شود.

۱-۶-۸ میکروکپسول‌ها (Microcapsulated Materials)

جدیدترین فرمولاسیون‌ها، میکروکپسول‌ها هستند که ماده سمی داخل یک ماده ژلاتینی (مانند پلی‌وینیل) تثبیت شده و ژلاتین مزبور در زمان‌های مختلفی پاره شده و ماده سمی به‌تدریج به بیرون راه می‌یابد. میزان رها شدن مواد سمی با ایجاد تغییر در ضخامت و ساختمان دیواره قابل تغییر است. بنابراین در این نوع فرمولاسیون، سم برای مدت زمان طولانی در دسترس است، مقدار بسیار کمی از سم مصرف می‌گردد و نیز باعث عدم آلودگی محیط می‌شود. قطر میکروکپسول‌ها حدود 5 تا 15 میکرون است و در صورت تنفس، داخل بدن انسان باز نمی‌شوند. فرومون‌ها را به این طریق فرموله می‌کنند. با افزودن مواد چسبنده مانند Acronal 40 می‌توان دوام میکروکپسول‌ها را که در آب به‌صورت سوسپانسیون هستند، بهبود بخشید. با توجه به اینکه در این نوع فرمولاسیون مواد سمی به تدریج آزاد می‌شوند، لذا این نوع فرمولاسیون به آزاد شونده تدریجی (Slow Release Formulation) نیز موسوم است.

۱-۷ محاسبه مقدار لازم از یک فرمولاسیون

اگر مقدار ماده مؤثر توصیه شده در هکتار، A باشد و درصد ماده مؤثر در فرمولاسیون B باشد، در آن صورت مقدار لازم از یک فرمولاسیون (X) عبارت است از:

$$X = \frac{A \times 100}{B}$$

مثال: اگر مقدار توصیه شده ماده مؤثر از سم کاربوفوران 0.25 کیلوگرم بر هکتار باشد، مقدار لازم از گرانول 5% آن را محاسبه نمایید.

پاسخ:

$$X = \frac{0.25 \times 100}{5} = 5\,\text{kg/hec}$$

هرگاه بخواهیم غلظت معینی از یک آفت‌کش برای مصرف تهیه کنیم، همچنین از یک ماده نظیر آب برای رقیق کردن نیز استفاده کنیم چقدر از آفت‌کش اولیه برداریم؟ در این حالت از رابطه $N_1V_1 = N_2V_2$ استفاده می‌شود. V_1 حجم اولیه و N_1 غلظت اولیه و V_2 حجم ثانویه و N_2 غلظت ثانویه است.

مثال: می‌خواهیم 200 لیتر محلول 1 در هزار دیازینون داشته باشیم. چقدر دیازینون 60% (فرم تجارتی متداول دیازینون) و چقدر آب باید داشته باشیم؟

پاسخ: معمولاً وقتی قرار است مقدار معینی سم در هکتار پخش شود یا غلظتی از آن تهیه شود و سپس پخش شود این غلظت‌ها و مقادیر برحسب ماده مؤثره است. وقتی می‌گوییم دیازینون باید یک لیتر در هکتار پخش شود اغلب منظور 1 لیتر ماده مؤثره است در غیر این‌صورت در صورت مسأله باید عنوان شود که 1 لیتر فرمولاسیون در هکتار که در این حالت دیگر نیازی به محاسبات تکمیلی نیست برای حل مسأله داده شده در مثال ابتدا باید محاسبه کنیم چقدر ماده مؤثره در 1 لیتر دیازینون 60% داریم و برحسب ppm چقدر می‌شود. حال باید 200 لیتر محلول یک‌درهزار یعنی یک قسمت در هزار قسمت و به عبارت دیگر 1000 ppm داشته باشیم در کاربرد فرمول $N_1V_1 = N_2V_2$ باید واحدهای دو طرف همسان باشد. می‌دانیم دیازینون 60% یعنی هریک لیتر 0.6 آن ماده مؤثره است پس در 1000 قسمت 600 قسمت و به عبارتی 600000 ppm داریم:

$$600000 \times V_1 = 1000 \times 200 \Rightarrow V_1 = \frac{200000}{600000} = \frac{1}{3}\,\text{lit}\ \text{آفت‌کش}$$

یعنی برای 200 لیتر محلول یک‌درهزار $\frac{1}{3}$ لیتر دیازینون 60% می‌خواهیم و بقیه آن باید آب استفاده کنیم.

$$\underset{\text{لیتر}}{200} - \underset{\text{لیتر}}{0.33} = 199.66\,\text{lit}\ \text{آب}$$

(آفت‌کش) کل مخلوط

یعنی 199.66 لیتر آب باید مصرف کنیم.

۱-۸ انواع ترکیبات شیمیایی آفت‌کش

به‌طور کلی ترکیبات خاصی که برای مبارزه با آفات به‌کار می‌روند، بر اساس نوع موجود زنده هدف تحت عناوین مختلف در منابع آورده شده‌اند. اما تمام ترکیبات، تحت نام آفت‌کش (Pesticide) برای مبارزه شیمیایی علیه هر نوع آفتی به‌کار گرفته می‌شوند. به این ترتیب انواع آفت‌کش‌ها عبارتند از:

۱- حشره‌کش‌ها (Insecticides)

۲- قارچ‌کش‌ها (Fungicides)

۳- علف‌کش‌ها (Herbicides)

۴- کنه‌کش‌ها (Acaricides)

۵- نماتدکش‌ها (Nematicides)

۶- نرم‌تن‌کش‌ها (Molluscicides)

۷- جونده‌کش‌ها (Rodenticides)

۸- تخم‌کش‌ها (Ovicides)

۹- لاروکش‌ها (Larvicides)

۱۰- ماهی‌کش‌ها (Pescicides)

۱۱- دور کننده‌های حشرات (Insect Repelents)

۱۲- جلب کننده‌های حشرات (Insect Attractants)

۱۳- فرمون‌ها (Phermones)

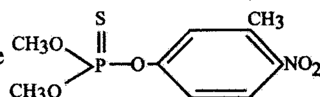
۱۴- هورمون‌ها (Hormones)

۱۵- عقیم کننده‌های شیمیایی (Chemosterilants)

۱-۹ نام‌گذاری آفت‌کش‌ها

به‌منظور بررسی دقیق آفت‌کش‌ها باید ساختمان شیمیایی و نیز طریقه نام‌گذاری آن‌ها را فرا گرفت. به‌عنوان مثال فرمول فنیتروتیون (Fenitrothion) را بررسی می‌کنیم.

1- Fenitrothion
2- Sumithion®
3- O, O-dimethyl-O-3-Methyl-4-nitrophenyl phosphorothioate
4- $C_9H_{12}NO_5PS$



شماره 1 یعنی فنیتروتیون، نام عمومی (Generic Name) ترکیب است که توسط انجمن‌های حرفه‌ای مربوطه انتخاب می‌شود. شماره 2 (سومیتیون) نام تجاری یا نام برچسب Trade mark (Trade name. Brand = Proprity n) سم است که توسط شرکت سازنده و فرموله کننده سم، انتخاب شده و به‌اختصار

به‌صورت ® یا TM نمایش داده می‌شود. فرمول گسترده ترکیب 3، تصویر ساختمانی ترکیب مورد نظر است. شماره 4 نام شیمیایی (Chemical Name) ترکیب است و در نهایت شماره 5 فرمول بسته (Empirical) ترکیب شیمیایی است که تعداد اتم‌های مختلف را برای مقایسه نشان می‌دهد. معمولاً فرمول بسته را مواقعی به‌کار می‌بریم که فرمول گسترده ترکیب مشخص نباشد.

۱-۱۰ باقیمانده آفت‌کش‌ها (Residue)

باقیمانده آفت‌کش به ماده یا موادی که در غذای انسان یا سایر جانوران، در نتیجه استفاده از آفت‌کش باقی می‌ماند، اطلاق می‌شود. به این ترتیب باقیمانده آفت‌کش، هر نوع مشتقاتی را که از شکستن یا تبدیل مواد، متابولیت‌ها یا غیره حاصل می‌شود و از نظر سم‌شناسی نیز با اهمیت است، شامل می‌گردد. بر اساس تعریف دیگر، باقیمانده آفت‌کش مقداری از آفت‌کش یا مواد حاصل از متابولیسم آن است که روی یا داخل گیاه، خاک یا آب باقی می‌ماند. تجزیه باقیمانده حشره‌کش‌ها توسط عوامل زنده (Biotic Agents) و غیرزنده یا عوامل فیزیکی (Abiotic Agents = Physical Factors) انجام می‌شود که هر یک از عوامل مزبور به اختصار در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

الف- عوامل زنده: گیاهان، جانوران و میکروارگانیسم‌ها جزء عوامل زنده محسوب می‌شوند که در تجزیه بقایای سموم حائز اهمیت هستند. عوامل مزبور معمولاً بر اساس فرایندهای هیدرولیز، احیا، کلرزدایی، هالوژن‌زدایی و متیل‌زدایی بقایای سموم را تجزیه می‌کنند. تفاوت اساسی میکروارگانیسم‌ها با جانوران و گیاهان، فقدان سیستم آنزیمی MFO در میکروارگانیسم‌ها بر خلاف جانوران و گیاهان است.

ب- عوامل غیرزنده: مهم‌ترین عوامل غیر زنده که در تجزیه باقیمانده حشره‌کش‌ها حائز اهمیت هستند، عبارتند از:

۱- **شستشو یا بارندگی:** تمام حشره‌کش‌های معدنی با شستشو از سطوح سمپاشی شده جدا می‌شوند و با نفوذ به داخل خاک که محل اصلی تجمع میکروارگانیسم‌هاست، به‌تدریج تجزیه می‌شوند، اما جداسازی سموم نفوذی که به سطوح داخلی گیاه نفوذ می‌کنند، امکان‌پذیر نیست.

۲- **نور آفتاب:** اشعه مادون قرمز و نیز تا حدودی اشعه ماوراء بنفش در تجزیه باقیمانده حشره‌کش‌ها نقش فعالی دارند.

۳- **درجه حرارت:** دمای بالا در تجزیه حشره‌کش‌ها و تبدیل آن‌ها به ترکیبات قابل تجزیه توسط میکروارگانیسم‌ها حائز اهمیت است.

۴- **رطوبت:** رطوبت بخصوص رطوبت موجود در خاک بر اساس پدیده تقطیر باعث تجزیه مؤثر باقیمانده آفت‌کش‌ها می‌شود.

۵- **نوع خاک:** خاک‌های واجد مواد آلی نقش مهم‌تری در تجزیه بقایای سموم دارند زیرا دارای میکروارگانیسم‌های بیشتری هستند.

۶- **وضعیت پوشش گیاهی در منطقه سمپاشی شده:** تحقیقات نشان داده است که میزان باقیمانده حشره‌کش‌ها در مزارع تحت کشت، دو تا سه برابر بیشتر از زمین‌های بایر و بدون پوشش گیاهی است.

فصل دوم

ویژگی‌های آفت‌کش‌ها و طبقه‌بندی آن‌ها

۲-۱ خصوصیات کمی و کیفی آفت‌کش‌ها

کاربرد آفت‌کش‌ها در کشاورزی به کنترل شیمیایی (Chemical Control) موسوم بوده و این روش مبارزه بعد از جنگ جهانی دوم توسعه پیدا کرد و در حال حاضر نیز یکی از متداول‌ترین روش‌های مبارزه علیه آفات است. با وجودی که امروزه روش‌های جدید مبارزه علیه آفات متداول شده است، اما هنوز مبارزه شیمیایی به‌عنوان قاطع‌ترین و سریع‌ترین روش مبارزه محسوب می‌شود. به‌طور کلی ترکیبات آفت‌کش باید دارای ویژگی‌های مهم زیر باشند تا امکان کاربرد موفقیت‌آمیز آن‌ها روی آفت مورد نظر وجود داشته باشد.

الف- روی آفت مورد نظر تأثیر کافی داشته باشند. در گذشته این تأثیر کافی را تلفاتی در حدود 100% می‌دانستند اما در سال‌های اخیر این نظریه تغییر یافته و امروزه بیولوژیست‌ها از بین رفتن 100% یک آفت را در محیط زیست زیان‌آور و خطرناک می‌دانند، زیرا با انهدام آن‌ها جانوران مفیدی که وابسته به آن‌ها هستند نیز از بین می‌روند و از طرفی ممکن است جای خالی آن‌ها در محیط به‌وسیله آفات زیان‌آورتری جایگزین شود. لذا بر اساس نظریات جدید و با توجه به نوع و اهمیت اقتصادی آفت، تلفاتی در حدود 75% تا 90% کافی است.

ب- برای گیاهان زراعی زیان‌آور نباشد و اثر گیاه‌سوزی (Phytotoxicity) نداشته باشد. گیاه‌سوزی ممکن است به‌صورت پژمردگی، زردی، ریزش برگ و میوه، زنگ زدگی یا گری (Russeting) میوه ظاهر شود. باید توجه داشت که زمان کاربرد، مقدار مصرف و نیز مکانیسم عمل آفت‌کش‌ها در ایجاد گیاه‌سوزی مؤثر است.

ج- برای انسان، دام و سایر جانوران مفید بی‌خطر باشند. همان‌طور که در صفحات پیش بیان شد، میزان سمیت مواد شیمیایی آفت‌کش برای انسان و جانوران بر حسب متوسط مقدار کشنده (LD50) یا متوسط غلظت کشنده (LC_{50}) نشان داده می‌شود. لازم به یادآوری است که LD50 نشان دهنده متوسط مقدار کشنده سموم بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن (LD50=X mg/kg per body weight) است و هر چه مقدار X کمتر باشد، سمیت ماده شیمیایی بیشتر است. LC_{50} نشان دهنده متوسط غلظت مایعات بخصوص آب به مواد شیمیایی آفت‌کش می‌باشد که موجب مرگ 50% از موجودات داخل آن مایع می‌گردد و بر حسب ppm نشان داده می‌شود. همان‌طوری که گفته شد ppm نشان دهنده یک قسمت از ماده سمی در یک میلیون قسمت از مایعات یا به‌طور کلی موادی که آلوده به سم شده‌اند، می‌باشد. این معیار گاهی برای نشان دادن حداقل آلودگی مواد خوراکی به سموم آفت‌کش یا حد مجاز باقیمانده سم (Tolerance) که برای انسان و دام بی‌خطر هستند نیز به‌کار می‌رود. به‌عنوان مثال حد مجاز آلودگی مواد خوراکی به د.د.ت فقط 1 ppm است، به این مفهوم که در یک تن محصول وجود فقط یک گرم د.د.ت، بی‌خطر و قابل پذیرش است و اگر آلودگی بیشتر از این حد باشد، آن محصول یا ماده غذایی باید معدوم شود.

د- از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه باشند. به‌عبارت دیگر مخارج ناشی از مصرف سموم کمتر از ارزش افزوده محصول زراعی باشد. البته در این ارزشیابی عواقب نامطلوب ناشی از کاربرد مواد شیمیایی نیز مورد توجه و ارزیابی قرار می‌گیرند.

هـ- برای حشرات مفید بی‌خطر باشند. تأثیر آفت‌کش‌ها روی موجودات زنده غیرهدف (Non Target) مانند زنبور عسل و حشرات گرده‌افشان (Polinator Insects) یکی از اثرات جانبی سموم مورد استفاده در کشاورزی است. با وجودی که تمام کشاورزان کوشش می‌کنند که در موقع گل دادن گیاهان سمپاشی نکنند، اما ممکن است زنبورها از سمومی که بر اثر پدیده باد بردگی روی گیاهان علوفه‌ای و علف‌های هرز اطراف مزارع می‌نشینند، آسیب ببینند.

و - روی تمام مراحل زندگی آفت مؤثر باشند. مهم‌ترین آفات کشاورزی یعنی حشرات و کنه‌ها دارای مراحل زیستی مختلفی شامل تخم، لارو و بالغ هستند که اغلب ترکیبات شیمیایی فقط روی یک یا تعدادی از این مراحل مؤثر می‌باشند، اما ترکیبی کارآمدتر و مطلوب‌تر است که روی تمام مراحل زیستی یک آفت مؤثر واقع شود.

ز- شرایط محیط (مانند اسیدی و قلیایی بودن) روی آفت‌کش بی‌تأثیر باشند. ترکیبات موفق و کارآمد، ترکیباتی هستند که پایداری و دوام آن‌ها در شرایط مختلف محیطی نسبتاً طولانی باشد و بر اثر تغییر

در شرایط جوی یا تغییر در کیفیت محیط، پایداری خود را به‌طور سریع از دست ندهند.

بدیهی است که تمام شرایط و ویژگی‌های مذکور را نمی‌توان به‌طور توأم در یک آفت‌کش لحاظ کرد و متخصصین حفظ نباتات باید با توجه به امکانات موجود، مناسب‌ترین و مطلوب‌ترین ترکیب را برای مبارزه با آفت مورد نظر برگزینند.

۲-۲ طبقه‌بندی آفت‌کش‌ها

۲-۲-۱ طبقه‌بندی آفت‌کش‌ها بر اساس نحوه کاربرد

در گذشته سموم آفت‌کش از نظر نحوه کاربرد به سه گروه زیر تقسیم می‌شدند که عبارتند از:

الف- سموم گوارشی (Stomach Poisons): ترکیباتی هستند که عمدتاً علیه آفاتی که قطعات دهانی جونده دارند، کاربرد دارند. این ترکیبات از طریق دستگاه گوارش وارد بدن موجود هدف شده و از طریق دیواره لوله گوارش وارد جریان خون می‌شوند و در بافت یا اندام هدف اختلال ایجاد می‌کنند و باعث مرگ می‌شوند (مانند ترکیبات آرسنیک و ترکیبات فلور). بنابراین لازم است که این سموم به‌صورت محلول یا گرد روی سطوح مورد تغذیه آفت پاشیده شوند یا به‌صورت طعمه مسموم در کنار آفت قرار داده شوند یا به‌شکل نوارها یا تله‌هایی در محل عبور حشرات قرار گیرند تا حشرات ضمن عبور از آن‌ها ناگزیر آلوده شده و بر اثر لیسیدن قسمت‌های مختلف بدن خود، مواد سمی را وارد بدن کنند. نکته حائز اهمیت اینکه سموم گوارشی روی آفاتی که داخل بافت‌های گیاهی فعالیت می‌کنند (مانند مینوزها) و نیز علیه آفات مکنده مؤثر نیستند.

ب- سموم تماسی (Contact Poisons): ترکیباتی هستند که از طریق پوست وارد بدن آفت شده و به‌نحو خاصی موجب مسمومیت آن می‌شوند. این ترکیبات در محیط زندگی آفت پاشیده می‌شوند و آفت بر اثر تماس با آن مسموم شده و از بین می‌رود، مانند نیکوتین، روتنون، پیرترین و برخی سموم آلی کلره و فسفره. اگرچه این گروه از سموم نیز علیه آفات فعال در درون بافت‌های گیاهی مؤثر نیستند، اما علیه حشرات مکنده کاربرد قابل ملاحظه‌ای دارند.

ج- سموم تدخینی یا فومیگانت‌ها (Fumigant Poisons): این گروه از سموم در شرایط عادی به‌صورت گاز در آمده و از طریق روزنه‌های تنفسی وارد سیستم تنفسی آفت شده و از یک سو با جایگزین شدن به‌جای اکسیژن باعث خفگی آفت می‌شوند (مانند ترکیبات سیانور و بخارات گوگرد) و از سوی دیگر به سیستم‌های حیاتی آفت راه یافته و اثر سمی خود را اعمال می‌کنند. این دسته از سموم

علیه آفاتی که در اماکن سربسته مانند انبارها، سیلوها، منازل و کتابخانه‌ها فعالیت می‌کنند و نیز علیه آفات خاکزی به‌کار می‌روند.

اشکال عمده‌ای که بر نحوه طبقه‌بندی فوق وارد است اینکه امروزه سمومی عرضه شده‌اند که ممکن است به‌طور همزمان به هر سه شکل تماسی، گوارشی و تدخینی تأثیر بگذارند، مانند پاراتیون (Parathion) و دیکلروس (Dichlorvos) که در این شرایط نمی‌توان جایگاه مشخصی را در طبقه‌بندی برای آن‌ها در نظر گرفت.

علاوه بر طبقه‌بندی فوق، روش‌های دیگری نیز جهت طبقه‌بندی سموم معرفی شده‌اند، مانند طبقه‌بندی آفت‌کش‌ها بر اساس طیف اثر، مکانیسم تأثیر، نحوه ورود به بافت گیاهی و نوع ترکیب شیمیایی. هر یک از روش‌های مزبور به‌اختصار در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲-۲-۲ طبقه‌بندی آفت‌کش‌ها بر اساس طیف اثر

آفت‌کش‌ها بر اساس طیف اثر به دو گروه آفت‌کش‌های انتخابی (Selective Pesticide) و آفت‌کش‌های غیرانتخابی (Non Selective p) تقسیم می‌شوند. آفت‌کش انتخابی به آفت‌کشی اطلاق می‌شود که فقط آفت یا آفات مورد نظر (موجودات هدف) را از بین ببرد و برای سایر موجودات زنده بی‌خطر یا کم‌خطر باشد، مانند پیریمیکارب (Primicarb) که یک شته‌کش انتخابی است، دیمیلین (Dimilin®) که یک ترکیب ضد سنتز کیتین (Chitin Synthesis Inhibitor) در لارو پروانه‌هاست و B.t. که صرفاً علیه لارو پروانه‌های آفت به‌کار می‌رود. اما آفت‌کش‌های غیر انتخابی، آفت‌کش‌هایی هستند که طیف وسیعی از موجودات زنده را از بین می‌برند، به‌طوری که علاوه بر حشرات هدف (آفات) روی سایر موجودات غیر هدف (مانند دشمنان طبیعی) نیز اثرات سوء بر جای می‌گذارند، مانند پاراتیون، دیازینون، متاسیستوکس و بسیاری از ترکیبات دیگر.

۲-۲-۳ طبقه‌بندی آفت‌کش‌ها بر اساس مکانیسم تأثیر

مکانیسم تأثیر، چگونگی یا روش ایجاد صدمه توسط یک ترکیب شیمیایی است که بر این اساس سموم به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

الف- سموم فیزیکی (Physical Poisons): این گروه از سموم به‌طریق فیزیکی وارد بدن می‌شوند. به‌عنوان مثال روغن‌ها با منشأ نفتی از طریق منافذ تنفسی حشرات وارد سیستم تنفسی شده و با بیرون راندن هوای موجود در اندام‌های تنفسی موجب خفگی و مرگ حشره هدف می‌شوند. پودرهای بی‌اثر نیز یکی دیگر از این سموم هستند که اغلب دارای خاصیت سایندگی هستند و در کوتیکول حشره ایجاد

شکاف‌های ریز و ظریف می‌کنند و در نتیجه موجب از دست رفتن آب بدن حشره و مرگ آن می‌شوند.

ب- سموم پروتوپلاسمی (Protoplasmic p.): حشره‌کش‌هایی هستند که باعث از بین رفتن پروتوپلاسم سلولی غشای معده میانی حشرات می‌شوند یا با ایجاد رسوب مواد پروتئینی سلول‌های بدن، باعث مرگ حشرات می‌شوند، مانند سموم جیوه‌ای، مس و ترکیبات آرسنیکی.

ج- سموم تنفسی (Respiratory p.): این گروه از سموم در اعمال بیوشیمیایی تنفس ایجاد اختلال می‌کنند و فرایند رسیدن اکسیژن به سلول‌ها را مختل می‌کنند، مانند سم روتنون و نیز سموم سیانیدی.

د- سموم عصبی (Nervous p.): سمومی هستند که روی سیستم عصبی حشره یا بیوشیمی انتقال جریانات عصبی اثر می‌گذارند و در نتیجه زندگی حشره را مختل می‌کنند. اغلب سموم حشره‌کش جزء این گروه هستند، مانند پایرتروئیدهای مصنوعی، سموم کلره، سموم فسفره و سموم کاربامات.

۴-۲-۲ طبقه‌بندی آفت‌کش‌ها بر اساس نحوه ورود به داخل بافت‌های گیاهی

الف- سموم تماسی: این گروه از ترکیبات شیمیایی در سطح گیاه باقیمانده و وارد بافت گیاه نمی‌شوند.

ب- سموم تماسی ـ نفوذی: این گروه از سموم علاوه بر اینکه در سطح گیاه باقی می‌مانند، مقدار کمی نیز وارد بافت‌های گیاهی می‌شوند که گاهی به سموم نیمه سیستمیک (Semi-systemic Materials) نیز موسوم هستند.

ج- سموم سیستمیک: این گروه از آفت‌کش‌ها وارد بافت‌های گیاهی می‌شوند و از طریق شیره گیاهی به بافت‌ها و اندام‌های دیگر منتقل می‌شوند. آفت‌کش‌های سیستمیک خود به دو گروه زیر تقسیم می‌شوند:

۱- **آپوپلاست (Apoplast):** تعدادی از سموم از طریق آوندهای چوبی یعنی از پایین به بالا منتقل می‌شوند، مانند آلدیکارب (Aldicarb). این نوع سموم به Apoplastic Materials و این نوع حرکت و جابه‌جایی به Apoplastic Movement موسوم هستند.

۲- **سیم‌پلاست (Symplast):** سیم‌پلاست به سیستم آبکشی گیاهان گفته می‌شود که در حقیقت سیستم گردش شیره پرورده گیاهان است. تعدادی از سموم به این طریق منتقل می‌شوند، مانند اکسی دیمتون متیل (یا Metasystox-R). سمومی که به این طریق منتقل می‌شوند به Symplastic Materials موسوم بوده و به این نوع جابه‌جایی سموم، Symplastic

Movement گفته می‌شود. البته لازم به توضیح است که تعـدادی از سـموم بـه هـر دو شـکل آپوپلاست و سیم‌پلاست منتقل می‌شوند که این نوع ترکیبات بـه سـموم سیـستمیک کامـل (Perfect systemic Materials) مشهور هستند.

سموم سیستمیک دارای مزایایی به شرح زیر می‌باشند:

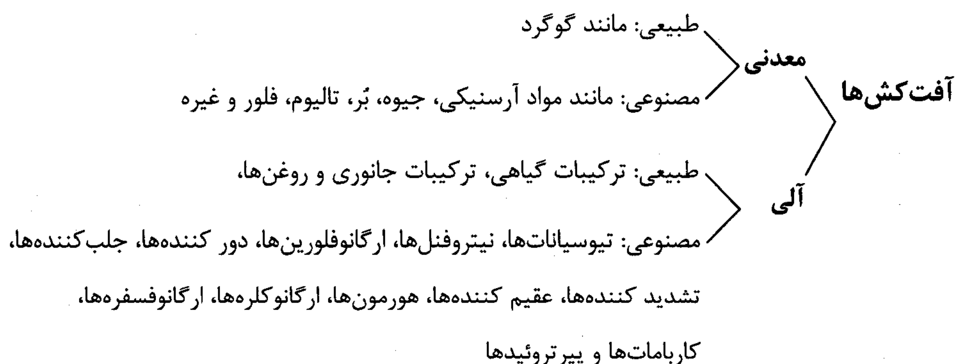
۱- بر اثر بارندگی شسته نمی‌شوند.

۲- آفات را دور از محل تماس سم کنترل می‌کنند زیـرا وارد شـیره گیـاه شـده و بـه انـدام‌هـای مختلف منتقل می‌شوند.

۳- از آنجایی که اغلب این سموم اثر تماسی ضعیفی دارنـد (بـه طریـق گوارشـی مـؤثر هـستند)، بنابراین دشمنان طبیعی آفات که از شیره گیاهی تغذیه نمی‌کنند از اثرات مخرب سم مـصون می‌مانند.

۵-۲-۲ طبقه‌بندی سموم براساس ترکیبات شیمیایی

طبقه‌بندی بر اساس ترکیب شیمیایی، علمی‌ترین روش طبقه‌بندی سموم است که در ادامه مورد بررسی قرار داده می‌شود.



فصل سوم

آفت‌کش‌های معدنی

ترکیبات معدنی ترکیباتی هستند که فاقد اتم کربن بوده، سفید کریستالی می‌باشند و در آب پایدار هستند. این ترکیبات به دو گروه طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شوند. ترکیبات معدنی طبیعی به‌دلیل اینکه اولاً اختصاصی عمل نمی‌کنند (وسیع‌الطیف هستند) و ثانیاً مقدار مصرف آن‌ها در طبیعت زیاد است، و برای انسان و دام شدیداً سمی هستند. امروزه کاربرد زیادی در دفع آفات ندارند. یکی از سموم معدنی گوگرد است این ترکیب کمابیش در مبارزه با سفیدک‌ها مورد استفاده می باشد. اما از گروه ترکیبات معدنی مصنوعی هنوز تعدادی از آن‌ها جهت کنترل آفات کاربرد دارند که برخی از آن‌ها در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند. به‌طور کلی معایب مهم حشره‌کش‌های معدنی مصنوعی عبارت است از:

۱- سمیت زیاد برای پستانداران

۲- دوام زیاد در طبیعت

۳- پیدایش پدیده مقاومت به سموم در حشرات

۴- سمیت کمتر برای حشرات در مقایسه با سموم آلی مصنوعی

۵- مقدار مصرف آن‌ها زیاد است که از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه نیست.

۳-۱ ترکیبات آرسنیکی (Arsenical Compounds)

ترکیبات آرسنیکی جزء مهم‌ترین سموم معدنی هستند که از سال‌های بسیار دور در دفع آفات رایج بوده‌اند. سمیت آرسنیک برای انسان بسیار زیاد است به‌طوری که متوسط کشنده آن 60 تا 120 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن می‌باشد. در ترکیبات آرسنیکی، خاصیت حشره‌کشی مربوط به فلز آرسنیک است و هر چه میزان آرسنیک محلول در یک ترکیب بیشتر باشد، خاصیت گیاه‌سوزی آن نیز

بیشتر است. بنابراین آن دسته از ترکیبات آرسنیکی مطلوب هستند که اولاً مقدار آرسنیک موجود در آن‌ها بالا باشد و ثانیاً حلالیت آن در آب کم باشد. املاح آرسنیک از دو اکسید مختلف شامل اکسید آرسنیوم (AS_2O_3) و اکسید آرسنیک (AS_2O_5) تولید می‌شوند که به‌ترتیب اسید آرسنیوم و اسید آرسنیک تولید می‌کنند. املاح آرسنیک به دو دسته محلول و نامحلول در آب طبقه‌بندی می‌شوند.

۳-۱-۱ ترکیبات آرسنیکی محلول در آب

مهم‌ترین ترکیبات محلول که مطلوبیت چندانی هم در دفع آفات ندارند عبارتند از:

۱- **آرسنیک سفید (AS_2O_3) یا اکسید آرسنیوم:** که از تصعید زرنیخ به‌دست می‌آید. این ماده در گذشته در کشاورزی به‌کار برده می‌شد و با نام سم آلفار به‌عنوان طعمه مسموم (Baite) علیه ملخ و موش مصرف می‌شد، اما امروزه کاربرد چندانی ندارد.

۲- **اکسید آرسنیک (AS_2O_5):** از ترکیب AS_2O_3 با اسید نیتریک حاصل می‌شود و حدود 65% آرسنیک دارد، اما به‌واسطه سهولت حلالیت در آب کاربرد چندانی ندارد.

۳- **آرسنیک دو سود (Na_2ASO_2):** از ترکیب آرسنیک سفید و کربنات سدیم به‌دست می‌آید و سابقاً به عنوان طعمه مسموم علیه ملخ به‌کار می‌رفته است. با توجه به اینکه این ترکیب در آب محلول است، کاربرد آن روی شاخ و برگ گیاهان معمول نیست زیرا باعث گیاه‌سوزی شدیدی می‌شود. میزان آرسنیک موجود در این ترکیب 44% تا 47% می‌باشد و خاصیت حشره‌کشی آن بسیار زیاد است (LD50=10mg/kg). این ترکیب به سم سیاه (Black Poison) نیز مشهور است و جهت کنترل کنه‌های دامی، کک‌ها، شپش‌ها و مورچه‌ها به‌کار می‌رود. استفاده از آن به‌صورت طعمه مسموم در کنترل آفات برگ‌خوار توصیه شده است.

۴- **آرسنیات سدیم (Na_3ASO_4):** در اثر ترکیب آرسنیک سفید با کربنات سدیم در مجاورت اسید نیتریک حاصل می‌شود و حدود 40% آرسنیک دارد. در گذشته به عنوان طعمه مسموم علیه ملخ و مورچه به‌کار می‌رفت اما امروزه کاربردی ندارد.

۳-۱-۲ ترکیبات آرسنیکی نامحلول در آب

این ترکیبات مفید و مؤثر بوده و هنوز هم کاربرد دارند و شامل موارد زیر هستند:

۱- **سبز پاریس $(CH_3COO)_2CU{\cdot}CuAS_2O_4$ (استو آرسنیات دوکوییور):** سبز پاریس از ترکیب استات مس با تری اکسید آرسنیک به‌دست می‌آید و به دلیل داشتن مس، به رنگ

سبز می‌باشد. سبز پاریس در حدود 30% تا 40% آرسنیک دارد که 2% تا 3% آن در آب محلول است که گاهی موجب گیاه‌سوزی می‌شود و به همین دلیل مقداری آهک به آن اضافه می‌کنند. سبز پاریس علیه آفاتی مانند لارو پروانه‌ها (برگ‌خوار چغندر قند، لیسه سیب، کارادرینا و کرم غوزه پنبه) به نسبت 4 در هزار به اضافه 4 در هزار آهک مصرف می‌شود. این ترکیب نسبتاً گران و کم ثبات است و لذا کاربرد آن محدود است.

۲- **آرسنیات دوشو [$Ca_3(ASO_4)_2$]**: این ترکیب جانشین سبز پاریس شده است، زیرا تهیه آن ساده‌تر و ارزان‌تر است و تا حدود 37% آرسنیک دارد. خاصیت حشره‌کشی آن خوب است اما حدود 0.5% آرسنیک محلول دارد و نسبت به آرسنیات سرب گیاه‌سوزی بیشتری دارد. این ترکیب به‌صورت گرد 25%، طعمه مسموم 15% و پودر وتابل 70% فرموله شده و به بازار عرضه شده است (LD50=35mg/kg).

۳- **آرسنیات سرب ($PbHASO_4$)**: حدود 20% آرسنیک دارد که 0.25% در آب محلول است. این ترکیب به‌صورت آرسنیات دوپولمبیک و آرسنیات تریپولمبیک $Pb_3(ASO_4)_2$ وجود دارد که اولی آرسنیات اسید و دومی آرسنیات خنثی نامیده می‌شوند. نوع اول کاربرد بیشتری دارد، زیرا:

الف- خاصیت حشره‌کشی آن بیشتر است.

ب- با ثبات‌تر است.

ج- گیاه‌سوزی کمتری ایجاد می‌کند.

آرسنیات دوپولمبیک علیه آفات جونده نیز توصیه می‌شود. مهم‌ترین فرمولاسیون آن گرد 32% می‌باشد که به میزان 1.5 تا 3 کیلوگرم در هکتار علیه آفات برگ‌خوار باغات و نیز آفات پنبه قابل کاربرد است (LD50=100 mg/kg).

علائم مسمومیت ناشی از سموم آرسنیکی شامل دردهای شدید معده، فشردگی قفسه سینه، تند شدن تنفس، پایین آمدن فشار خون، استفراغ و اسهال خونی، رنگ پریدگی پوست بدن، سرد شدن بدن و احساس تشنگی شدید توسط بیمار می‌باشد.

۲-۳ ترکیبات فلوره

قدرت حشره‌کشی در ترکیبات فلوره بستگی به مقدار فلور (F) آن دارد که هر چه در آب محلول‌تر باشند، بیشتر باعث گیاه‌سوزی می‌شوند. به‌طور کلی این ترکیبات کم‌ثبات هستند و در مجاورت هوا زود تجزیه می‌شوند. این گروه از آفت‌کش‌ها مانند ترکیبات آرسنیکی جزء سموم گوارشی محسوب می‌شوند. مهم‌ترین ترکیبات فلوره شامل موارد زیر هستند:

۳-۲-۱ فلورور سدیم (NaF)

حدود 45.2% فلور دارد که به میزان 4.3% در آب حل می‌شود و به‌صورت پودر و طعمه مسموم در بازار موجود است و علیه سوسری‌ها، کنه‌های دامی، مورچه‌ها و شپش‌ها به‌کار برده می‌شود و به دو شکل پودر 90%، 25% و طعمه مسموم فرموله عرضه می‌گردد. به دلیل گیاه‌سوزی، کاربرد چندانی در کشاورزی ندارد (LD50=7mg/kg).

۳-۲-۲ کریولایت[1] (Na_3AlF_6)

هم به‌صورت طبیعی و هم به‌صورت مصنوعی وجود دارد. دارای حدود 54% فلور است و 0.06% در آب حل می‌شود. سمیت آن برای انسان کم است و علیه آفات سبزیجات و میوه‌جات مصرف می‌شود. به‌صورت کریستال با درجه خلوص 98% به‌صورت طبیعی یافت می‌شود. هم به‌صورت پودر معمولی و هم به‌صورت پودر وتابل مصرف می‌شود. LD50 آن بیش از 10000 میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد، لذا حشره‌کشی کم‌خطر و قابل کاربرد علیه آفات سبزیجات است.

۳-۲-۳ فلوسیلیکات سدیم (Na_2SiF_6)

دارای بیش از 60% فلور است اما چون 0.65% در آب محلول است، روی گیاه ایجاد سوختگی می‌کند و قابل کاربرد روی گیاهان نیست. از لحاظ نحوه کاربرد، شبیه کریولیت است و بیشتر علیه حشرات خانگی و نیز آفات حیوانی به‌کار می‌رود. یکی از ویژگی‌های مهم آن انباشته شدن در خاک است (خاصیت Cumulative) که این ویژگی به‌عنوان یک عیب مهم برای سموم محسوب می‌شود.

1- (Cryolite® = Cryocide®)

۳-۲-۴ فلوسیلیکات باریم ($BaSiF_6$)

دارای حدود 49% فلور است و به میزان 0.03% در آب حل می‌شود. به‌صورت گردپاشی و مخلوط با پودر تالک به‌کار می‌رود که نسبت ترکیبی آن 1 به 5 تا 10 قسمت تالک است. کاربرد آن عمدتاً علیه آفات خانگی است. ترکیبات فلوردار از فعالیت آنزیم‌هایی که در ساختمان آن‌ها عناصر فلزی مانند آهن، کلسیم و منیزیم وجود دارد و در تولید انرژی سلولی دخالت دارند، مانند اینولاز (Enolase) و فسفوگلوتاماز (Phosphogluthamase) جلوگیری می‌کنند.

۳-۳ ترکیبات سیلیسی

پودر سیلیس (SiO_2) با نام تجاری درایساید (Dricide®) مهم‌ترین ترکیب سیلیسی است که علیه آفات انباری کاربرد دارد. ترکیب سیلیسی دیگر Silica Aerogel (با نام‌های تجاری Syloid-225® یا Dri Die-67®) است که متشکل از 96.5% دی اکسید سیلیکال و معمولاً 3% آمونیوم‌سیلیکوفلوئوراید است که قطر ذرات در آن‌ها 0.01 تا 0.05 میکرون می‌باشد. ترکیبات سیلیسی خاصیت سایندگی دارند و عمدتاً به صورت مکانیکی عمل می‌کنند و با خراش دادن جلد بدن حشرات و جذب موم از کوتیکول باعث از دست رفتن آب بدن و در نتیجه مرگ حشرات هدف می‌شوند.

۳-٤ سایر ترکیبات معدنی مصنوعی

۳-۴-۱ روی

مهم‌ترین ترکیب روی، فسفر دوزنگ (Zn_3P_2) می‌باشد که یک ترکیب سمی و از نوع معدنی مصنوعی است که برای انسان و دام خطرناک است اما در مبارزه با جوندگان بخصوص موش‌ها و خرگوش‌ها و نیز آبدزدک کاربرد زیادی دارد. این ترکیب در مجاورت اسیدها تجزیه شده $Zn_3P_2 + 6HCl \rightarrow 3ZnCl_2 + 2PH_3$ و تولید گاز فسفین (PH_3) می‌کند که بویی شبیه سیر می‌دهد و به همین دلیل بخارات آن نیز سمی است. بوی تند فسفر دو زنگ به دلیل تصعید فسفر می‌باشد. موارد مصرف آن علیه موش‌ها به صورت زیر است:

علیه موش خانگی: فسفر دو زنگ (3 گرم) + روغن خوراکی (2 گرم) + دانه گندم (100 گرم)

علیه موش ورامین: فسفر دو زنگ (3 گرم) + روغن خوراکی (2 گرم) + تخم خربزه (100 گرم)

علیه آبدزدک: فسفر دو زنگ (5 کیلوگرم) + خرده برنج (100 کیلوگرم) + آب (250 لیتر). به میزان 50 کیلوگرم در هکتار مصرف می‌شود.

۲-۴-۳ تالیم

ترکیبات تالیم به دلیل خطرات زیاد، کاربرد عمده‌ای ندارند و فقط بعضی از ترکیبات آن‌ها برای مبارزه با آفات خانگی مصرف می‌شوند، مانند استات تالیوم (CH_3Cooti) که تحت عنوان خمیر زلیو (Zelio) علیه موش کاربرد دارد. همچنین سولفات تالیوم (Ti_2SO_4) در گذشته دارای کاربرد زیادی علیه موش بود اما به دلیل خاصیت تجمعی (Cumulative) بسیار بالای آن و نیز جذب سریع آن از طریق پوست، امروزه کاربرد چندانی در دفع آفات ندارد.

۳-۴-۳ بر

ترکیبات بر به علت غیر اقتصادی بودن و نیز کم اثر بودن استفاده چندانی در دفع آفات ندارند. مهم‌ترین این ترکیبات عبارتند از: اسید بوریک (H_3BO_3) و بوراکس یا تترابورات‌سدیم ($Na_2B_4O_7+10H_2O$). ترکیبات آنتیموان (Sb) نیز به دلیل سمیت بسیار بالا و نیز غیر اقتصادی بودن امروزه جایگاهی در دفع آفات ندارند.

در صورت مسمومیت با سموم معدنی، دو گرم هیپوسولفیت به آرامی در رگ تزریق می‌شود. همچنین دادن داروهای استفراغ‌آور، ذغال اکتیو و مایعات مفید است.

۵-۳ سموم معدنی گوگرددار

انواع زیادی از این سموم از گذشته‌های دور در کشاورزی کاربرد داشته‌اند. گوگرد در آب نامحلول است اما در حلال‌های آلی بخصوص سولفور دو کربن حل می‌شود. در حرارت‌های پایین (25 تا 35 درجه سانتی‌گراد) به کندی تصعید می‌شود و به‌واسطه تولید گاز خاصیت حشره‌کشی، قارچ‌کشی و کنه‌کشی دارد که از این خاصیت در دفع آفات استفاده می‌شود. ترکیبات گوگردی جزء سموم تماسی هستند و یکی از اشکالات عمده آن‌ها این است که روی گیاهان خانواده کدوئیان (Cucurbitaceae) ایجاد سوختگی می‌کنند. همچنین اشکال دیگر گوگرد این است که علاوه بر حشرات و کنه‌های آفت، روی بندپایان مفید (پارازیتوئیدها و شکارگرها) نیز اثرات مخرب دارد. گوگرد در بازار به اشکال مختلف فرموله شده و به فروش می‌رسد که شامل انواع داده شده است:

۳-۵-۱ گل گوگرد

ساده‌ترین شکل آن گل گوگرد است که برای ساختن آن گوگرد معدنی را به طریق تصعید، تبدیل به گل گوگرد می‌کنند. ابتدا گوگرد حرارت داده می‌شود، سپس بخار آن را در هوای خنک متبلور کرده و به کریستال‌های ریز تبدیل می‌کنند.

۳-۵-۲ گوگرد آسیابی

گوگرد معدنی را بدون آنکه تصعید شود، آسیاب و سپس بسته‌بندی می‌کنند. بنابراین در این نوع گوگرد مقداری ناخالصی وجود دارد و مقدار ناخالصی آن نیز بر حسب میزان آسیاب کردن متفاوت می‌باشد. به‌صورت گردپاشی مصرف می‌شود و یک اشکال آن این است که از ماشین‌های گردپاشی به‌خوبی عبور نمی‌کند که به همین دلیل مقداری فسفات‌تری‌کلسیم به نسبت 3% از وزن گوگرد به آن می‌افزایند.

۳-۵-۳ گوگرد وتابل

برای تصعید آن گوگردی را که خوب نرم شده است، با مواد خیس کننده مخلوط می‌کنند، به‌طوری که بتوان آن‌را در آب به حالت تعلیق درآورد. میزان مصرف آن دو در هزار است. هرچه گوگرد نرم‌تر باشد، قابلیت تعلیق آن در آب و پایداری آن بیشتر است. معمولاً مقدار مصرف گوگرد وتابل برای محلول‌پاشی روی گیاهان 0.1 تا 1 در 300 می‌باشد.

۳-۵-۴ گوگرد کلوئیدال یا رسوبی

این نوع گوگرد دارای ریزترین قطر ذرات می‌باشد که معمولاً از 10 میکرون کمتر است که از طریق آسیاب کردن و الک کردن متوالی به‌دست می‌آید. نسبتاً گران است که به همین دلیل کمتر مصرف می‌شود اما تأثیر آن روی آفات قابل ملاحظه است، به‌طوری که بیشترین سمیت را در میان سایر انواع گوگرد دارد.

۳-۵-۵ محلول کالیفرنی (پلی‌سولفور کلسیم)

این ترکیب از ترکیب گوگرد و آهک به‌دست می‌آید و از گذشته‌های دور بخصوص علیه شپشک‌های نباتی و کنه‌ها (تمام مراحل زیستی) و نیز سفیدک‌های داخلی و سطحی هم به‌صورت زمستانه و هم به‌صورت تابستانه مصرف می‌شده است. این ترکیب دارای فرمول شیمیایی ثابت و مشخصی نبوده و غلظت آن نیز ثابت نمی‌باشد و خواص آن به میزان گوگرد و آهک و درجه خلوص آن‌ها و نیز طرز تهیه

بستگی دارد. برای تهیه آن 10 کیلوگرم آهک زنده، 20 کیلوگرم پودر گوگرد و 100 لیتر آب را با هم مخلوط کرده و از طریق حرارت دادن، محلول مزبور را به‌دست می‌آورند. مصرف زمستانه آن بیشتر مرسوم است زیرا ایجاد گیاه‌سوزی نمی‌کند. نکته حائز اهمیت اینکه کاربرد محلول کالیفرنی در هوای گرم و نیز به همراه روغن‌های تابستانه و نیز ترکیبات جیوه‌ای و کاپتان ایجاد گیاه‌سوزی می‌کند، اما ترکیب آن با روغن‌های زمستانه اشکالی ندارد. با توجه به اینکه محلول کالیفرنی باعث تخریب فلزات می‌شود؛ لذا جهت سمپاشی باید از سمپاش‌های دارای مخازن چوبی، سربی یا آلیاژ مس و روی استفاده شود. این ترکیب پس از حدود یک سال خاصیت حشره‌کشی و قارچ‌کشی خود را از دست می‌دهد. امروزه به دلیل عرضه حشره‌کش‌های مؤثرتر و ساده‌تر، مصرف این ترکیب زیاد مرسوم نیست. محلول کالیفرنی به‌صورت خشک به پلی‌سولفور خشک (Dry Lime Sulfur) موسوم است.

فصل چهارم

آفت‌کش‌های آلی طبیعی

سموم آلی طبیعی به سه گروه ترکیبات گیاهی، ترکیبات جانوری و روغن‌ها تقسیم می‌شوند که هر یـک از گروه‌ها در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۴-۱ ترکیبات گیاهی

این ترکیبات، آلکالوئیدها و گلوکوزیدهای مؤثر بـر آفـات هـستند کـه از قـسمت‌هـای مختلـف گیاهـان استخراج می‌شوند و خواص مختلفی دارند. تعداد این ترکیبات و گیاهان مربوط به آن‌ها بسیار زیاد است، مانند کواسیا، هله‌بور، کامفور، سابادیلا، ریانیا، استریکنین، تربانتین و غیره. اما مهم‌ترین ترکیبات گیاهی که تاکنون به بازار عرضه شده و به‌کار گرفته شده‌اند، شامل نیکوتین، روتنـون، آزادیـراکتین و پیرتـرین هستند که در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۴-۱-۱ نیکوتین[1] ($C_{10}H_{14}N_2$)

نیکوتین آلکالوئیدی هتروسـیکلیک و حـاوی ازت اسـت کـه از بـرگ گیـاه توتـون اسـتخراج مـی‌شـود (مولکول‌های هتروسیکلیک، (Heterocyclic)، به موادی اطلاق می‌شود که بجز اتم‌های کـربن، اتـم‌هـای چند ظرفیتی دیگری مانند O، S و N نیز در تشکیل حلقـه شـرکت داشـته باشـند). نیکـوتین از طـرق مختلف گوارشی، تنفسی و تدخینی مؤثر است. بیشترین مصرف نیکوتین بـه‌صـورت سـولفات نیکـوتین است که به اسامی مختلف (مانند Black leaf 40® که دارای 40% سولفات نیکوتین است) به بازار عرضه می‌شود و علیه بسیاری از آفات مانند مینوز، تریپس و غیره مؤثر اسـت و از راه پوسـت جـذب مـی‌شـود (LD50 = 50-60 mg/kg). نیکوتین بهترین سم برای شپشک خیار است زیرا بعد از 6 سـاعت اثـر آن از

1- (Nicotine)

بین می‌رود. نیکوتین ماده‌ای است بی‌رنگ و تقریباً بی‌بو و نقطه جوش آن 247 درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این ماده در مجاورت هوا اکسید شده و سیاه می‌شود اما قدرت حشره‌کشی آن تغییر چندانی نمی‌کند. نیکوتین آلکالوئید به‌خوبی بخار می‌شود و لذا به عنوان ضدعفونی کننده اماکن سربسته و یک حشره‌کش مؤثر در گلخانه‌ها مصرف می‌شود، این ماده هم با آب قابل ترکیب است و در حلال‌های آلی نیز به‌خوبی حل می‌شود. همچنین با اسیدها و بازهای مختلف ترکیب شده و املاح مختلفی تولید می‌کند. مهم‌ترین گونه‌های گیاهی که نیکوتین از آن‌ها استخراج می‌شود؛ شامل Nicotiana tabacum و Nicotiana rustica می‌باشد. مقدار نیکوتین در برگ‌های گونه اول (N. tabacum) در حدود 2% تا 5% و در گونه دوم (N. rustica) 5% تا 14% است. البته در سایر قسمت‌های گیاه نیز مقادیر کمتری نیکوتین وجود دارد. استخراج نیکوتین به کمک مواد قلیایی و معمولاً بر اساس عمل تقطیر صورت می‌گیرد یا با استفاده از حلال‌هایی مانند بنزن، تری‌کلروانیلن، اتر و غیره انجام می‌شود.

نحوه اثر نیکوتین روی پستانداران به این صورت است که مانند استیل کولین (Acetylecholine) در محل اتصال عصب و ماهیچه (سیناپس) پستانداران تأثیر گذاشته و سبب انقباض، تشنج و مرگ می‌شود.

نیکوتینوئیدها (شبه نیکوتین‌ها): سایر آلکالوئیدهای توتون نیز خاصیت حشره‌کشی دارند و کم و بیش مورد استفاده قرار می‌گیرند. مهم‌ترین ایزومرهای نیکوتین شامل آنابازین (Anabasin) و نور نیکوتین (Nornicotine) است.

الف- آنابازین (Anabasin) یا نئونیکوتین (Neonicotine): یکی از ایزومرهای نیکوتین است و از ساقه‌های جوان گیاهی به‌نام Anabasia aphylla به‌دست می‌آید. این گیاه از خانواده Chenopodiaceae (اسفناجیان) است و اغلب در مناطق آسیای مرکزی و آفریقا کشت می‌شود. گیاه دیگری به‌نام Nicotiana gluca در آمریکا وجود دارد که دارای آنابازین است. بیشترین مقدار آنابازین در کشور روسیه مصرف می‌شود. گیاه توتون نیز دارای مقداری آنابازین می‌باشد و ضمناً سمیت آنابازین مشابه نیکوتین است.

ب- نورنیکوتین (Nornicotine): بسیار شبیه آنابازین و حدود 2% از آلکالوئیدهای توتون تجاری را تشکیل می‌دهد اما نوعی توتون به‌نام N. sylvestris وجود دارد که حاوی مقدار زیادی نور نیکوتین است (حدود 95% از آلکالوئید آن نور نیکوتین است). از لحاظ خواص حشره‌کشی و سمیت برای انسان و پستانداران تا حد زیادی شبیه نیکوتین است. مسمومیت ناشی از نیکوتینوئیدها شامل هیجان بسیار زیاد، تشنج، فلج شدن و در نهایت مرگ می‌باشد. این ترکیبات در دزهای بالا موجب کاهش ضربان قلب و در دزهای پایین موجب افزایش ضربان قلب می‌شوند. نحوه اثر نیکوتینوئیدها روی سیناپس‌های عصبی دقیقاً مشابه نیکوتین است.

۲-۱-۴ روتنون[1] ($C_{23}H_{22}O_6$)

روتنون ماده‌ای حشره‌کش است که در ریشه عده‌ای از گیاهان خانواده لگومینوز وجود دارد و خاصیت حشره‌کشی آن از اواسط قرن نوزدهم مشخص شد و در سال ۱۸۹۲ ماده خالص روتنون از ریشه گیاهان مربوطه استخراج گردید. تاکنون بیش از 60 گونه از گیاهان این خانواده دارای روتنون تشخیص داده شده‌اند که اکثراً بومی آفریقا، هندوستان و آمریکای جنوبی هستند و از گذشته‌های دور به عنوان مرگ ماهی (Piscicide) توسط صیادان مصرف می‌شدند و امروزه نیز در استخرهای پرورش ماهی برای پاکیزه کردن استخرها از وجود ماهی‌های نامرغوب از آن استفاده می‌کنند که در این شرایط غلظت 0.5 ppm از آن کافی می‌باشد. از بین این 60 گونه، چند گونه هستند که از لحاظ مقدار روتنون در رتبه بالاتری قرار دارند، مانند گونه‌های Derris elliptica، D.mallacensis، Loncho corpus utilities، L. uruca. روتنون را معمولاً از ریشه و بذر این گیاهان استخراج می‌کنند. روتنون سمیت شدیدی برای حشرات دارد اما برای انسان و دام سمیت آن متفاوت است و باعث گیاه‌سوزی نیز نمی‌شود. روتنون ماده‌ای زرد رنگ تا زرد مایل به سفید و به‌صورت کریستال است که در 163 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی قابل حل است. در مجاورت هوا اکسید شده و تا حدودی خواص حشره‌کشی خود را از دست می‌دهد، زیرا تبدیل به دو ماده Rotenonone و Dihydrorotenone می‌شود. معمولاً به‌صورت پودر به بازار عرضه می‌شود که پودر تهیه شده از ریشه گیاه Derris، 4% تا 5% روتنون دارد. امروزه برای تهیه روتنون، با استفاده از حلال‌های آلی، این آلکالوئید را از ریشه گیاه جدا کرده و به‌صورت امولسیون غلیظ در آورده و به بازار عرضه می‌کنند. روتنون، هم از طریق گوارشی و هم از طریق تماسی مؤثر است اما سمیت آن برای انسان بر خلاف جانوران خونسرد از طریق گوارشی ناچیز است. دوام و پایداری آن کم است و حداکثر بعد از یک هفته از بین می‌رود و لذا می‌توان از آن در مزارع سبزی و صیفی استفاده کرد. محلول مورد مصرف باید 0.005% تا 0.025% ماده خالص داشته باشد.

روتنوئیدها: روتنوئیدها جزء ایزومرهای روتنون هستند که خاصیت حشره‌کشی آن‌ها از روتنون کمتر است. مهم‌ترین روتنوئیدهای شناسایی شده شامل Degueline، Tephrosine، Toxicarol، Malaccol، Elipton و Sumatrol هستند. این ترکیبات و نیز روتنون می‌توانند علیه آفاتی مانند سفید بالک‌ها (Aleyrodidae)، تریپس‌ها، پروانه‌ها، شته‌ها، کنه‌های تار عنکبوتی و سخت بالپوشان به‌کار روند. از نظر نحوه عمل، روتنون و روتنوئیدها مهارکننده آنزیم‌های تنفسی هستند و باعث اختلال در حمل الکترون در چرخه حمل الکترون می‌شوند و در نتیجه تنفس و تولید انرژی مختل می‌شود که در نهایت مرگ جانور را به‌دنبال خواهد داشت.

1- Rotenone

۳-۱-۴ آزادیراکتین (Azadirachtin)

یکسری از سموم گیاهی وجود دارند که از درخت چریش (Neem Tree) با نام علمی Azadirachta indica و از خانواده Meliaceae که بومی مناطق جنوب آسیا بوده و در جنوب ایران نیز به‌صورت طبیعی می‌روید، استخراج می‌شوند. گیاه دیگری نیز با نام یاس ایرانی (Melia azadirach) یا زیتون تلخ و از خانواده Meliaceae وجود دارد که آزادیراکتین از آن استخراج می‌گردد. آزادیراکتین دارای یکسری ترکیبات مشابه مانند Salanin و Meliantriol نیز می‌باشد که این ترکیبات نیز خاصیت حشره‌کشی دارند. قسمت اعظم آزادیراکتین و ترکیبات مشابه از دانه‌های داخل میوه به‌دست می‌آیند و به علت پتانسیل بالایی که در کنترل آفات دارند، در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی درباره خاصیت سمی این مواد روی گونه‌های مختلف آفات از جمله آفات انباری، آفات خانگی و آفات بهداشتی انجام شده است. تحقیقات نشان داده است که تعدادی از نماتدهای بیماری‌زای گیاهی نیز تحت تأثیر ترکیبات سمی به‌دست آمده از درخت چریش قرار می‌گیرند و از بین می‌روند.

نحوه اثر آزادیراکتین به این ترتیب است که روی سیستم هورمونی، رفتار (اثر عمده رفتاری آن بر تغذیه است و بسیاری منابع آن‌را یک ضد تغذیه معرفی می‌کنند) و مکانیسم تغییر جلد حشرات هدف تأثیر می‌گذارد. بیشترین کاربرد آن علیه لارو پشه‌های Anophel و Culex و نیز لارو بسیاری از بال پولکداران است. در برخی از کشورهای دنیا این سموم را فرموله کرده و با نام‌های تجاری مختلف شامل Margosan-O®، Azt-VR - K®، Neem® - Azol و Neem®- Ark عرضه می‌کنند. استفاده از درخت چریش از گذشته‌های دور رایج بوده است و امروزه نیز کاربرد آن زیادتر شده است و بخصوص علیه آفاتی مانند سرخرطومی یونجه، برگ‌خوار چغندر قند (Spodoptera exigua) و لمبه گندم (Trogoderma granarium) کاربرد فراوان دارد. با توجه به اینکه سمیت این ترکیبات اندک است و تأثیر نامطلوبی روی محیط زیست ندارند؛ لذا امروزه جایگاه ویژه‌ای در کنترل تلفیقی آفات (IPM) پیدا کرده‌اند. از پوست درخت چریش نیز نان تهیه می‌کنند که پس از مصرف تمام انگل‌های داخل دستگاه گوارش مصرف کننده را از بین می‌برد.

۴-۱-۴ پیرترین‌ها[1]

این ترکیب از گل‌های گل داوودی استخراج می‌شود که مهم‌ترین گونه‌های گل داوودی شامل Chrysanthemum coccineum و Chrysanthemum cineriaefolium هستند. مبدأ این گیاهان کشور

1- Pyrethrine ($C_{21}H_{28}O_5$ ،$C_{21}H_{27}O_4$ ،$C_{20}H_{28}O_3$) ($C_{20}H_{28}O_5$)

یوگسلاوی است و گونه گیاه پیرترین که در ایران وجود دارد، C. roseum می‌باشد که در کوه‌های شمال تا ارتفاع 2000 متری از سطح دریا می‌روید. امروزه در کشورهای بسیار زیادی کشت شده و ماده خالص آن به‌صورت تجاری عرضه می‌شود که کشورهای کنیا، اوگاندا، تانزانیا، فرانسه و ژاپن از مهم‌ترین کشورهای تولید کننده پیرترین هستند. خاصیت حشره‌کشی پیرترین اولین بار در سال ۱۱۷۸ شمسی در ایران کشف شد و به تدریج گسترش پیدا کرد. قیمت پیرترین نسبتاً بالاست زیرا گیاه Chrysanthemum spp زمین حاصلخیزی را جهت رشد و نمو می‌طلبد و سیستم مکانیزه‌ای نیز جهت کشت آن وجود ندارد. گیاه Chrysanthemum spp. اگرچه خود دارای ترکیبات سمی است، اما با این حال دارای دو آفت مهم از راسته بال‌ریشکداران (Thysanoptera) به‌نام‌های Thrips tabaci و T. nigripilosus می‌باشد. پیرترین اصولاً به‌صورت شش استر وجود دارد که شامل پیرترین 1 و 2 (Pyrethrin I & II)، سینرین 1 و 2 (Cinerin I & II) و جاسمولین 1 و 2 (Jasmolin I & II) هستند. دوام سینرین‌ها بیشتر از سایر استرهاست.

پودر پیرترین را پس از چند مرتبه تصفیه به درجه خلوص %90 تا %100 می‌رسانند. پیرترین برای پستانداران سمیت ندارد اما برای حشرات، سمی بسیار قوی است و باعث فلج شدید می‌شود و بخصوص علیه مگس خانگی استفاده می‌شود. از مشکلات پیرترین این است که مسمومیت حشرات قابل برگشت است، بنابراین برای رفع این مشکل، پیرترین‌ها را با ترکیبات دیگری مانند ترکیبات فسفره و کلره ترکیب می‌کنند. دوام پیرترین‌ها در مقابل نور و حرارت و نیز اشعه U.V (ماوراء بنفش) کم است و پس از یک سال ممکن است تا %20 از خاصیت حشره‌کشی خود را از دست بدهد، لذا باید در مکان‌های خشک، خنک و دور از نور نگهداری شوند. همچنین گاهی از مواد ممانعت کننده از تأثیر اشعه U.V مانند Benzyl Cynnamate استفاده می‌شود. در گلخانه‌ها نیازی به استفاده از ماده محافظ مزبور نیست زیرا بخش عمده اشعه توسط شیشه‌های گلخانه جذب می‌شود. از طرف دیگر در برخی موارد به منظور افزایش دوام پایرتروئیدهای طبیعی از مواد آنتی‌اکسیدان (Antioxidane) مانند Hydroquinone و Rosorcinol استفاده می‌شود. ترکیبات پیرترین به صورت محلول‌های غلیظ تهیه می‌شوند. پیرترین‌ها از طریق تماسی نفوذ می‌کنند، در آب هیدرولیز شده و خاصیت حشره‌کشی خود را از دست می‌دهند.

تأثیر پیرترین‌ها روی سیستم عصبی حشرات است و موجب فلج آنی آن‌ها می‌شوند. پایرتروئیدهای طبیعی در سیستم زنده (در داخل بدن حشرات) نیز دوام چندانی نداشته و به‌وسیله سیستم MFO (Mixed Function Oxidase) اکسید شده و به مواد غیرسمی تبدیل می‌شوند. بیشترین کاربرد پیرترین‌ها برای مبارزه با حشرات خانگی و بهداشتی است. نکته جالب توجه اینکه حشراتی که در معرض این سم قرار می‌گیرند، خیلی سریع به زمین افتاده و بیهوش می‌شوند که این پدیده به اثر

ضربه‌ای (Knock Down Effect) موسوم است. اثر ضربه‌ای پیرترین مربوط به ماده‌ای به‌نام پروپان کربوکسیلات (Propan Carboxilate) است که هسته اصلی سموم پیرترینی محسوب می‌شود و روی سیستم عصبی و ماهیچه‌ای حشرات اثر می‌کند و باعث فلج ماهیچه‌ای و در نتیجه سقوط سریع حشرات هدف می‌شود. وقتی که پیرترین به تنهایی علیه حشرات به‌کار می‌رود، ممکن است حشرات بر زمین افتاده مجدداً به هوش آمده و پرواز کنند به همین دلیل سینرژیست‌ها (Synergist) یا «مواد تشدید کننده اثر» را به ترکیبات پیرترین اضافه می‌نمایند. سینرژیست‌ها از تجزیه پیرترین و بهبودی حشرات بر زمین افتاده جلوگیری می‌کنند. از طرف دیگر امروزه در اسپری‌های حشره‌کش، علاوه بر پیرترین و سینرژیست، از یک حشره‌کش نسبتاً بادوام نیز استفاده می‌شود تا حشرات بر زمین افتاده را به‌طور قاطع بکشد.

الف- پایرتروئیدهای مصنوعی

دکتر Michael Elliot پیشگام در مطالعه و ساخت پایرتروئیدهای مصنوعی بود. امروزه پیرترین‌های مصنوعی به بازار عرضه شده‌اند که راحت‌تر تهیه می‌شوند و دوام بیشتری نیز دارند. این ترکیبات نیز دارای هسته مرکزی پیرترین‌ها (پروپان کربوکسیلات) هستند. با توجه به تأثیر مطلوب حشره‌کشی این ترکیبات و نیز خطرات کمتر روی انسان و دام به نظر می‌رسد که کاربرد آن‌ها توسعه یابد مهم‌ترین پایرتروئیدهای مصنوعی شامل موارد زیر هستند:

۱- **دلتامترین[1] ($C_{22}H_{19}Br_2No_3$)**: نام تجاری آن دسیس ($Decis^{®}$) می‌باشد و نام سابق آن دکامترین (Decamethrin) بود. دسیس حشره‌کشی تماسی ـ گوارشی است که به صورت امولسیون 2.5% در بازار وجود دارد. در ایران برای کنترل پسیل پسته (Agonoscena targionii) آزمایش شده و نتایج خوبی داده است. علاوه بر مورد فوق، محلول‌پاشی دسیس به نسبت 0.5 در هزار جهت کنترل مینوز لکه گرد (Leucoptera schitella) و مصرف یک لیتر در هکتار برای کنترل پرودنیای چغندر قند (Prodenia litoralis) نتایج مطلوبی دارد. این ترکیب علی‌رغم کم خطر بودن برای انسان و دام (LD50=5120-5520 mg/kg)، برای مدت 15 روز خواص حشره‌کشی خود را حفظ می‌کند. در صورت بروز مسمومیت با دسیس، دیازپام توصیه می‌شود، اما باید دانست که دیازپام، پادزهر (Antidote) واقعی نیست و فقط سیستم اعصاب مرکزی (C.N.S) را تسکین می‌دهد. سمیت دسیس برای زنبور عسل و ماهی‌ها بسیار شدید است و در مناطق دارای کندو نباید مصرف شود و نیز از ریختن این سم در جوی‌های آب باید اجتناب کرد، اما روی پرندگان و وحوش

1- Deltamethrin

سمیت زیادی ندارد.

۲- **سایپرمترین**[۱] **(Cypermethrin) ($C_{22}H_{19}Cl_2No_3$)**: نام‌های تجاری سایپرمترین شامل ریپکورد (Ripcord®)، سیمبوش (Simbush®)، سایپرین (Cyperin®) و سایپرکیل (Cyperkill®) هستند. این ترکیب به‌صورت امولسیون 40% در بازار وجود دارد و دارای خاصیت حشره‌کشی زیادی است (LD50=361mg/kg) و از طرق تماسی - گوارشی روی اغلب راسته‌های حشرات مؤثر است. این ترکیب با یک فرمولاسیون خاص به‌نام فلکتران (Flectran) برای دفع آفات دام‌ها ساخته و عرضه می‌شود. سایپرمترین فاقد خاصیت سیستمیک و تدخینی است و لذا موقع مصرف باید سعی کرد تا محلول سمی به‌طور مستقیم با قسمت‌های آلوده گیاه تماس حاصل کند. برای حشرات مفید مانند گرده‌افشان‌ها و زنبور عسل خطرناک بوده و لذا زمان سمپاشی را باید طوری تغییر داد تا ضرری متوجه این‌گونه حشرات نشود.

۳- **پرمترین**[۲] **($C_{21}H_{20}Cl_2O_3$)**: پرمترین دارای نام‌های تجاری آمبوش (Ambush®)، پرترین (Perthrin®) و کوپکس (Coopex®) است. این حشره‌کش در فرمولاسیون‌های پودر وتابل و امولسیون 25% موجود می‌باشد. پرمترین یا آمبوش با سمیت نسبتاً بالا (LD50=400-430 mg/kg) به نسبت 0.5 در هزار برای کنترل مینوز لکه گرد درختان میوه (علیه نسل اول و حداکثر نسل دوم) و نیز به نسبت یک لیتر در هکتار علیه پرودنیای چغندر قند قابل توصیه است. این ترکیب علیه سوسری‌ها نیز مؤثر است.

۴- **فن‌والریت**[۳] **($C_{25}H_{22}ClNO_3$)**: نام‌های تجاری آن سومی‌سیدین (Sumicidin®) و پیدرین (Pydrin®) هستند. این سم با دز مصرفی کم دارای اثرات سریع و قاطع است و روی عده زیادی از حشرات مانند انواع پروانه‌ها (لارو و حشرات کامل)، سوسک‌های Bruchidae (در مزرعه نه در انبار)، شته‌ها، تریپس‌ها و کنه‌ها مؤثر است. در بازار به‌صورت امولسیون تجاری 20% وجود دارد و سمی با سمیت نسبتاً بالا (LD50= 451mg/kg) و تا اندازه‌ای خطرناک برای انسان و دام است. فن‌والریت یا سومی‌سیدین در برخی موارد روی نهال‌های جوان در سرشاخه‌ها و برگ‌های جوان تولید گیاه‌سوزی می‌کند؛ لذا از به‌کار بردن آن روی این قبیل گیاهان جوان باید خودداری شود.

1- Cypermethrin
2- Premethrin
3- Fenvalerate

۵- **فن‌پروپاترین**[۱] **($C_{22}H_{23}No_3$)**: نام تجاری فن‌پروپاترین، دانیتل (Danitol®) است که در فرمولاسیون امولسیون 10% در بازار موجود می‌باشد. ترکیبی است که دارای خواص حشره‌کشی و نیز کنه‌کشی می‌باشد که علیه کنه قرمز اروپایی (Panonychus ulmi) به نسبت دو در هزار به‌کار می‌رود. علاوه بر کنه مزبور، علیه سفید بالک‌ها، مینوزها، شپشک‌ها و پسیل‌ها نیز مؤثر است. سمیت آن زیاد است (LD50=67mg/kg) و در واقع سمی‌ترین ترکیب پایرتروئیدی محسوب می‌شود.

۶- **لامبدا سی‌هالوترین**[۲] **(Lambda-Cyhalothrin)**: نام تجاری آن آیکون (Icon®) است که البته دارای نام‌های تجاری متنوع و جالب دیگری شامل Karate®، Kung-fu®، Matador®، Force® و Samurai® نیز می‌باشد. آیکون دارای اثرات تماسی و گوارشی و دور کننده با اثر ضربه‌ای است. این ترکیب در فرمولاسیون‌های پودر وتابل 10% و نیز میکروکپسول 10% به بازار عرضه شده است که جهت مبارزه با ناقلین مالاریا به میزان cc40 در هکتار به‌کار می‌رود. ماده مؤثر آیکون، مخلوطی شامل Propoxur + Phoxim است که سمیت آن قابل ملاحظه است (LD50= 166mg/kg). برای کنترل پارازیت‌های خارجی دام‌ها و نیز کنترل ناقلین مالاریا نیز حائز اهمیت است. امروزه آیکون علاوه بر فرمولاسیون‌های فوق، به‌صورت امولسیون و ULV نیز عرضه می‌شود.

۷- **تترامترین**[۳] **($C_{19}H_{25}NO_4$)**: تترامترین با نام تجاری نئوپای‌نامین (Neo-pynamin®)، حشره‌کشی است با اثر ضربه‌ای قوی و سمیت‌پایین (LD50=5000 mg/kg) که فرمولاسیون آن به شکل تکنیکال در ساختن آئروسول‌ها یا اسپری‌ها جهت مبارزه با حشرات خانگی به‌کار می‌رود. با توجه به سمیت پایین، علیه آفات انباری نیز کاربرد خوبی دارد. به‌منظور افزایش دوام و نیز افزایش خاصیت حشره‌کشی تترامترین، آن‌را با پی‌پرونیل بوتوکساید و نیز یک حشره‌کش مانند فنیتروتیون مخلوط می‌کنند.

۸- **فلووالینات**[۴]: نام‌های تجاری آن شامل Apistan® و Mavrik® است که برای کنترل کنه‌های انگل زنبور عسل (Varroa spp.) به‌کار می‌رود و به‌صورت نوار پلاستیکی و در قالب آزاد شونده تدریجی یا VP (Vapor Producing Formulation) ساخته می‌شود.

1- Fenpropathrin
2- Lambda-Cyhalothrin
3- Tetramethrin
4- Fluvalinate

۹- **فلوسایترینات**[1] **($C_{26}H_{23}F_2NO_4$)**: نام‌های تجاری آن شامل ®Cythrin و ®Pay-of است که به‌صورت پودر وتابل و امولسیون فرموله می‌شود و روی طیف وسیعی از حشرات بخصوص شته‌ها و پروانه‌های خانواده Noctuidae مؤثر می‌باشد.

۱۰- **سایفلوترین**[2] **($C_{22}H_{18}Cl_2FNO_3$)**: با نام تجاری ®Solfac عرضه می‌شود و دیگر نام‌های آن ®Baythroid، ®Tempo و ®Tempo-H می‌باشد که علیه آفات انباری و نیز سوسری‌ها کاربرد خوبی دارد و فرمولاسیون پودر وتابل آن از شهرت بیشتری برخوردار است. دوران تولید پیرتروئیدهای مصنوعی به 4 دوره یا نسل تقسیم می‌شود:

- **نسل اول:** ۱۹۴۹ با تولید آلترین همزمان است و اولین پیرتروئید مصنوعی با خواصی مشابه سینرین است.
- **نسل دوم:** همزمان با تولید تعدادی پیرتروئید است که از جمله آن‌ها رزمترین، بیوآلترین، بیورزمترین و تترامترین هستند. تا پایان این نسل ترکیبات تولید شده فقط مصارف بهداشتی داشته‌اند.
- **نسل سوم:** که با سال‌های ۱۹۷۲ و ۱۹۷۳ آغاز می‌شود ترکیبات مهمی نظیر پرمترین و فن والرات ساخته شده‌اند. این نسل شامل ترکیباتی است که پایداری مناسب در برابر نور خورشید داشته و مصارف کشاورزی پیدا کرده‌اند.
- **نسل چهارم:** دوران توسعه پیرتروئیدهای مصنوعی است و در حال حاضر نیز ادامه دارد. ترکیبات این نسل علاوه بر پایداری در برابر نور قدرت حشره‌کشی فوق‌العاده‌ای دارند و میزان مصرف آن‌ها نیز تا $\frac{1}{10}$ ترکیبات قبلی در واحد سطح کاهش یافته است. سیپرمترین و آکریناترین از ترکیبات این نسل هستند.

سایر پایرتروئیدهای مهم که علیه حشرات خانگی کاربرد دارند، شامل آلترین (®Alletrin)، بیوآلترین (®Bioalletrin:$C_{19}H_{26}O_3$)، فتالترین (®Phthaltrin)، فورترین (®Furethrin)، سیکلترین (®Cyclthrin)، فنوترین (®Phenothrin) و بیورزمترین (®Bioresmethrin) هستند. بیوآلترین معمولاً به صورت قرص روی اجاق‌های الکتریکی و نیز در اسپری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در طبیعت گیاهانی وجود دارند که قسمت‌های مختلف آن‌ها حاوی مواد سمی و آفت‌کش است.

1- Flucythrinate
2- Cyfluthrin

گونه‌های مهم این گیاهان که حاوی آلکالوئیدهای سمی برای حشرات هستند، عبارتند از:

۱- **Veratrum album**: بذر آن حاوی آلکالوئید Veratrin است.

۲- **Ryaina speciosa**: ساقه و ریشه آن حاوی آلکالوئید Ryanodin است.

۳- **Quassia spp.**: چوب آن حاوی آلکالوئید Quassin است.

۴- **Strychnas spp.**: دانه‌اش حاوی آلکالوئید Strychnin است که به‌صورت سولفات دو استریکنین به بازار عرضه می‌شود و برای کشتن سگ‌ها و جوندگان مصرف می‌شود.

آلکالوئیدهای مهم دیگر شامل موارد زیر است:

۱- **Atropa**: از گیاهان متعددی بخصوص Atropa belladona استخراج می‌شود.

۲- **Haplophiton**: آلکالوئید دیگری است که در تجارت به ®Aconite موسوم است و در گیاهان خانواده Ranunculaceae یافت می‌شود، به‌طوری که دانه این گیاهان خاصیت حشره‌کشی داشته و لذا آن‌را به‌صورت پودر درآورده و مصرف می‌کنند.

۳- **Sophora**: از گیاهی به‌نام Sophera pachycarpa استخراج می‌شود و آلکالوئید آن Pachycarpa نامیده می‌شود.

۴- **Stramonium**: از گیاهی به‌نام Datura sp. استخراج می‌شود و علیه حیواناتی مثل سگ، گربه و غیره استفاده می‌شود.

ب- ویژگی‌های پایرتروئیدها

۱- از مشخصات مهم پایتروئیدها رابطه تأثیر سم با درجه حرارت محیط است، به این ترتیب که برخلاف بسیاری از سموم، سمیت پایرتروئیدها با کاهش درجه حرارت افزایش می‌یابد (مانند د.د.ت) که به این حالت NTC (Negative Temperature Coefficient) گفته می‌شود.

۲- در بعضی از پایرتروئیدهای جدید برای افزایش سمیت ترکیب، روی هر مولکول یک اتم سیانید (CN) قرار می‌دهند که اثر کشندگی سم را به شدت افزایش می‌دهد. در این صورت ترکیب پایرتروئید به آلفاسیانات موسوم بوده می‌تواند جزء ترکیبات گروه سیانات نیز طبقه‌بندی شود.

۳- سمیت کم برای انسان و جانوران خونگرم و مقدار کم مصرف ماده مؤثر در واحد سطح و همچنین اثر ضربه‌ای سریع از جمله امتیازات پایرتروئیدهاست.

۴- قیمت بالا و نیز سمیت زیاد پایرتروئیدها روی ماهی‌ها از معایب مهم آن‌ها محسوب می‌شود.

ج- سینرژیست‌ها و آنتاگونیست‌ها (Synergist & Antagonist)

سینرژیست‌ها موادی هستند که خود آن‌ها فاقد خاصیت حشره‌کشی هستند اما در صورتی که با حشره‌کش‌های دیگری بخصوص ترکیبات پیرترین ترکیب شوند، سمیت آن‌ها به مراتب تشدید می‌شود. کلمه سینرژیست یک کلمه یونانی است و به مفهوم «کار کردن با هم» یا «تشدید اثر» می‌باشد. مخالف کلمه سینرژیست، آنتاگونیست است یعنی دو ترکیبی که خاصیت یکدیگر را کاهش می‌دهند. به عنوان مثال فرض کنید ترکیب A بتواند 20% از جمعیت یک آفت را کاهش دهد و ترکیب B نیز بتواند 30% از جمعیت آفت را از بین ببرد. در حالت جدا از هم دیده می‌شود که این دو ترکیب باید در مجموع حدود 50% از جمعیت آفت را از بین ببرند. اما چنانچه کاربرد توأم این دو ترکیب باعث تلفات بیشتر از 50% در جمعیت آفت شود، پدیده سینرژیست (تشدید اثر) و چنانچه باعث کمتر از 50% تلفات شود، پدیده آنتاگوسیت (کاهش اثر) اتفاق افتاده است. لازم به توضیح است، اگر دو ماده‌ای که با یکدیگر ترکیب می‌شوند، هر دو دارای خاصیت سمی شدیدی باشند در این صورت پدیده دیگری به‌نام پدیده تقویت (Potentation) روی می‌دهد؛ زیرا ضمن دارا بودن خاصیت سمی شدید، با تقویت اثرات سمی یکدیگر باعث افزایش تلفات در جمعیت حشره هدف می‌شوند. در حالی که در پدیده سینرژیسم، یکی از ترکیبات غیرسمی بوده و تعدیل دهنده (Modifier) نامیده می‌شود. مکانیسم عمل ترکیبات سینرژیست بسته به نوع ترکیب متفاوت بوده و به‌صورت‌های مختلف زیر می‌باشد:

۱- از عملکرد آنزیم‌های معینی مانند MFO (Mixed Function Oxidase) که با عمل Detoxification مواد سمی را غیرسمی می‌کند، جلوگیری می‌نمایند.

۲- ترکیب سینرژیست ممکن است خواص فیزیکی محلول مانند کشش سطحی، شکل ذرات و غیره را تغییر دهد.

۳- ممکن است راه ورود سم به بدن را هموارتر کند.

۴- ممکن است باعث افزایش حساسیت نقطه اثر سم در بدن شود.

۵- ترکیب سینرژیست ممکن است خواص شیمیایی محلول را تغییر دهد، مانند آزاد کردن یک ترکیب مؤثر از یک ترکیب غیر مؤثر یا تغییر pH سم به منظور به‌دست آوردن حداکثر عمل فیزیولوژیکی. بدیهی است که نحوه عمل ترکیبات آنتاگونیست عکس موارد ذکر شده می‌باشد.

مهم‌ترین مزیت ترکیبات سینرژیست، کنترل مقاومت آفات به سموم (Pest Resistance to Pesticides) می‌باشد. اما مشکل اساسی در رابطه با آن‌ها، قیمت گران این ترکیبات است که تعویض سموم در هنگام

مقاومت حشرات، روش ارزان‌تری نسبت به استفاده از سینرژیست‌هاست.

امروزه ترکیبات زیادی از گروه سینرژیست‌ها ساخته و به بازار عرضه شده‌اند که اغلب آن‌ها به گروه متیلن‌دی‌اکسی‌فنیل‌ها (Methylendioxyphenyl) تعلق دارند. نکته حائز اهمیت در رابطه با سینرژیست‌ها اینکه ساختمان آن‌ها همواره حلقوی و با 5 اتم می‌باشد که دو اتم آن همیشه اکسیژن هستند. مهم‌ترین سینرژیست‌هایی که امروزه در کشاورزی و بهداشت کاربرد دارند عبارتند از:

۱- **پی‌پرونیل بوتوکسید**[1] **$C_{19}H_{30}O_5$**: پی‌پرونیل بوتوکساید ماده‌ای روغنی شکل و زرد رنگ است که در تمام حلال‌های آلی حل می‌شود و اغلب جهت ترکیب با پیرترین‌ها به‌کار می‌رود. میزان ترکیب آن با پیرترین به‌صورت «یک قسمت پیرترین به اضافه یک تا پنج قسمت سینرژیست» می‌باشد که البته گاهی به نسبت 1 به 8 نیز مصرف می‌شود. این ماده، قدرت حشره‌کشی را تا ده برابر افزایش داده، بر دوام و ثبات حشره‌کش می‌افزاید و همچنین قدرت فلج‌کنندگی ترکیب را نیز افزایش می‌دهد. با گاز Feron که در ترکیب اسپری‌های خانگی مصرف می‌شود کاملاً سازگار بوده و از طرف دیگر برای انسان و دام نیز بی‌خطر است.

۲- **سزامین**[2] **$C_{19}H_{18}O_6$**: سزامین به‌طور طبیعی از روغن کنجد قابل استخراج است و به‌صورت مصنوعی نیز سنتز می‌شود. مقدار آن در روغن کنجد 0.25% است. میزان ترکیب آن با پیرترین مشابه پی‌پرونیل‌بوتوکساید می‌باشد.

۳- **سزامولین (Sesamolin)**: سزامولین نیز از روغن کنجد قابل استخراج است و البته به‌طور مصنوعی نیز سنتز می‌شود. میزان ترکیب و کاربرد آن مشابه دو ترکیب قبلی است.

۴- **سزامکس (Sesamex)**: سزامکس یک سینرژیست عمومی است که برای تقویت قدرت حشره‌کشی اغلب حشره‌کش‌ها به‌کار می‌رود.

از جمله سینرژیست‌های دیگر، می‌توان به این مواد اشاره کرد. Piperonyl Cyclonene، Bucarpulat، Piperonyl Isome، Sesoxan، Valon، Piprotal، Sulfoxide، JN 930 و MGK – 264.

د- ضریب سمیت یا نسبت سینرژیستیک (Co-toxicity)

تأثیر یک سینرژیسم با تقسیم مقدار LD50 حشره‌کش به مقدار LD50 حاصله از ترکیب حشره‌کش و سینرژیست اندازه‌گیری می‌شود که به ضریب سمیت (Co-toxicity) موسوم است و با $\frac{LD50\,I}{LD50\,M}$ نشان

1- Piperonyl Butoxide
2- Sesamin

داده می‌شود که I یک ترکیب حشره‌کش و M ترکیبی از حشره‌کش و سینرژیست می‌باشد. اگر این مقدار بیشتر از یک باشد، پدیده سینرژیسم یا تشدید اثر اتفاق افتاده است و اگر عدد حاصل از کسر مزبور، کوچک‌تر از یک باشد، پدیده آنتاگونیسم یا کاهش اثر روی داده است. به عنوان مثال ضریب سمیت ترکیب سزامکس (Sesamex) با تعدادی از سموم به شرح زیر است:

پیرترین‌ها: 61، فسفامیدون: 15، دی‌کلرووس: 2.8، دی‌آلدرین: 1.6، لیندین: 1.4، د.د.ت: 1.2، پاراتیون: 0.63، آلدرین: 0.60، هپتاکلر: 0.57، متیل پاراتیون: 0.14 .

۴-۲ ترکیبات جانوری

حشرات و عنکبوت‌ها می‌توانند به عنوان منشأ برخی سموم با نقش آفت‌کشی باشند، به‌طوری که از غدد سمی عنکبوت‌ها، حشرات راسته سن‌ها و نیز غده‌های سمی برخی زنبورها جهت به‌دست آوردن سموم حشره‌کش می‌توان استفاده کرد. تحقیقات نشان داده است که بزاق سمی سن Platymeris.sp باعث از کار افتادن قلب سوسری‌ها می‌شود. همچنین ترکیبات ترشحی مورچه‌ها، زنبورهای عسل و زنبورهای خانواده Vespidae به اندازه د.د.ت برای حشراتی مانند مگس خانگی، موریانه‌ها و شپشه برنج سمی هستند. ترکیبات استخراج شده از خون و نیز غدد ضمیمه دستگاه تناسلی سوسک‌های خانواده Cantharidae دارای ماده سمی Cantharidin می‌باشد که با توجه به آزمایشات انجام شده باعث مرگ تعدادی از آفات شامل سوسک سرخس (Phyllopertha horticola)، کرم ابریشم (Bombyx mori) و سوسک‌های Carasurus spp می‌شود. از شاخه کرم‌ها نیز برخی گونه‌ها دارای ترکیباتی هستند که دارای خواص حشره‌کشی می‌باشند، مانند سم Nereistoxin که از کرم حلقوی Lumbrinereis heteropoda استخراج می‌شود. البته تعداد این گروه از ترکیبات بسیار معدود بوده و امروزه با توجه به وجود صدها ترکیب شیمیایی و غیرشیمیایی مؤثر در دفع آفات، نقشی در حشره‌کشی ندارند.

۴-۳ روغن‌ها

روغن‌ها مخلوطی از ترکیبات گازی، مایع و جامد هستند. در روغن‌ها صدها هیدروکربن مختلف حاوی اتم‌های کربن، هیدروژن، نیتروژن، اکسیژن، فسفر و گوگرد وجود دارد که تولید کننده مواد مختلفی مانند نفت، بنزین، روغن موتور، گازوئیل، گازهای طبیعی و غیره هستند. این ترکیبات به حدی پیچیده هستند که تصفیه کامل و 100% آن‌ها بسیار مشکل است و علاوه بر آن بسته به منابع مختلف ترکیب

آن‌ها نیز کم و بیش متفاوت است. این ترکیبات از گذشته‌های نسبتاً دور در دفع آفات کاربرد داشتند که سال ۱۸۷۷ زمان مصرف حقیقی روغن‌هاست. البته مصرف روغن‌ها علیه شپشک‌های نباتی از سال ۱۸۶۵ معمول بوده است اما کاربرد آن‌ها تا اوایل قرن بیستم به سبب مشکل گیاه‌سوزی چندان فراگیر نشد. بنابراین دانشمندان به فکر تصفیه و پالایش کامل روغن‌ها افتادند و در دهه ۱۹۲۰ کارهای تحقیقاتی قابل ملاحظه‌ای در رابطه با آن‌ها انجام شد و از آن زمان به بعد مقدار مصرف آن‌ها در کشاورزی افزایش یافت. روغن‌ها علاوه بر خاصیت حشره‌کشی، خاصیت کنه‌کشی و حتی علف‌کشی نیز دارند. موارد عمده مصرف آن‌ها در کشاورزی به‌صورت سمپاشی زمستانه جهت مبارزه با شپشک‌های نباتی و نیز لارو و پوره برخی حشرات، به‌صورت سمپاشی تابستانه علیه شپشک‌های نباتی و شته‌ها، جهت سمپاشی سطح آب‌های راکد به منظور مبارزه با لارو پشه‌ها، به عنوان حلال سموم دیگر جهت افزایش خاصیت حشره‌کشی و دوام بیشتر سایر ترکیبات آفت‌کش به‌کار می‌روند. در سال‌های گذشته روغن‌های حیوانی و گیاهی نیز علاوه بر روغن‌های معدنی در دفع آفات کاربرد داشتند، اما امروزه به سبب محدودیت‌های مختلف بخصوص قیمت بالا کاربرد چندانی ندارند. روغن‌های معدنی مخلوطی از هیدروکربن‌های پارافینی و حلقوی هستند که حاوی صدها هیدروکربن و مواد مختلف دیگر می‌باشند و انواع محصولات نفتی را تولید می‌کنند که توسط تقطیر و واکنش‌های اسیدی از روغن خام تهیه می‌شوند. اگرچه این مواد مصارف متعددی دارند اما مصرف آن‌ها در کشاورزی و دفع آفات در شرایط بخصوصی امکان‌پذیر است. به عنوان مثال، محصولات نفتی عمدتاً برای محلول‌پاشی در سطح آب‌های راکد علیه لارو پشه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، در حالی که روغن‌های تصفیه شده روی گیاهان هم کاربرد دارند. به‌طور کلی مصرف روغن‌ها روی گیاهان در صورتی مجاز است که هیدروکربن‌های اشباع شده آن‌ها حتی‌الامکان خارج شده باشند زیرا این هیدروکربن‌ها موجب گیاه‌سوزی می‌شوند. به‌عنوان مثال، اگر نفت که دارای هیدروکربن‌های اشباع نشده است روی گیاه پاشیده شود، در مقایسه با پارافین نتیجه سوء آن بخوبی دیده می‌شود. برای شناخت و کاربرد روغن‌ها باید به خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها توجه کرد که تعدادی از خواص مهم روغن‌ها در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند:

۱- **سرعت تبخیر (Volatility)**: روغن‌ها در درجه حرارت‌های متفاوتی به نقطه جوش می‌رسند و به‌تدریج به‌صورت بخار در می‌آیند. به‌طور کلی روغن‌هایی که در درجه حرارت‌های بالا به جوش می‌آیند (یعنی سرعت تبخیر کمتری دارند)، دارای خاصیت حشره‌کشی بیشتری بوده و به روغن‌های سنگین موسوم هستند. البته لازم به توضیح است که این ویژگی دارای حدی می‌باشد و تا موقعی مثبت است که پس از رسیدن به نقطه جوش به راحتی بخار شود، در غیر این صورت قدرت نفوذ به داخل منافذ تنفسی حشرات را نداشته و نه تنها حشره‌کش مناسبی

نیست بلکه حتی باعث گیاه‌سوزی نیز می‌شود زیرا مدت زمان بیشتری روی گیاه باقی می‌ماند. برای سمپاشی‌های زمستانه که معمولاً از روغن‌های سنگین استفاده می‌شود، سرعت تبخیر باید به گونه‌ای باشد که در درجه حرارت بین 590 تا 700 درجه فارنهایت 90% روغن به‌طور منظم تبخیر شود.

۲- **غلظت (Viscosity)**: نفوذ روغن‌های غلیظ‌تر به داخل دستگاه تنفسی حشرات بیشتر است و به این ترتیب تأثیر آن‌ها نیز بیشتر می‌باشد، اما این روغن‌ها موجب سوختگی در گیاهان می‌شوند. غلظت روغن‌ها با واحدهای مختلفی بیان می‌شود، از جمله Saybolt، Engler و Redwood. به‌طور کلی برای اندازه‌گیری غلظت، حجم مشخصی از روغن را از سوراخ دستگاه غلظت‌سنج در درجه حرارت‌های مختلف عبور داده و زمان را تعیین می‌کنند. سپس از روی جداول همبستگی که بر مبنای زمان و درجه حرارت تنظیم شده است، غلظت را تشخیص می‌دهند. غلظت روغن‌های مصرفی باید در حدود 50 تا Saybolt 300 باشد که در این رابطه برای سمپاشی‌های زمستانه غلظت 150 تا Saybolt 200 و برای سمپاشی‌های تابستانه غلظت 50 تا Saybolt 100 توصیه می‌شود.

۳- **درجه سولفوناسیون (Sulfunation Index)**: درجه سولفوناسیون عبارت است از درصدی از هیدروکربن‌های اشباع نشده است که از یک روغن استخراج می‌شود. اصولاً در داخل روغن‌ها یکسری هیدروکربن‌های اشباع نشده وجود دارد که بر مبنای این هیدورکربن‌ها، درجه سولفوناسیون را تعیین می‌کنند. این هیدروکربن‌ها ممکن است زنجیری اشباع نشده یا حلقوی اشباع نشده باشند. مثلاً سیکلوهگزان که یک هیدروکربن اشباع شده است هیچ پیوند دوگانه‌ای نداشته و به این ترتیب خطری نیز برای گیاه ندارد. اما بنزن یک هیدروکربن اشباع نشده است، یعنی دارای پیوندهای دوگانه بوده و برای گیاه زیان‌بار می‌باشد. برای اندازه‌گیری درجه سولفوناسیون، هیدروکربن را تحت تأثیر اسید سولفوریک قرار می‌دهند و آن مقدار را که با اسید واکنش می‌دهد (اشباع نشده) به‌عنوان درجه سولفوناسیون در نظر می‌گیرند. درجه سولفوناسیون مناسب برای روغن‌های زمستانه بین 65% تا 85% است زیرا در این زمان خطر گیاه‌سوزی توسط روغن‌های غیراشباع وجود ندارد، اما برای روغن‌های تابستانه 90% تا 98% می‌باشد. هنگامی که گفته می‌شود «روغنی دارای درجه سولفوناسیون 95% است» یعنی فقط 5% از کل هیدروکربن‌های اشباع نشده در آن باقی مانده است. روغن زمستانه را نمی‌توان در تابستان به‌کار برد زیرا باعث گیاه‌سوزی می‌شود اما عکس آن (کاربرد روغن‌های تابستانه در زمستان) امکان‌پذیر است.

۴- **درجه تقطیر (Distilation Index)**: درجه تقطیر نیز عامل مهمی در تشخیص روغن‌هاست. روغن‌ها در پالایشگاه بر حسب درجه تقطیر از نفت سفید به‌دست می‌آیند، لذا روغن‌ها بر حسب درجه تقطیر به دو گروه روغن‌های سبک و روغن‌های سنگین تقسیم می‌شوند. در کشاورزی آنچه مهم است اینکه روغن‌های نیمه سنگین و سنگین (مانند روغن‌های پارافین) کاربرد بیشتری در دفع آفات دارند، اما گروهای سبک مانند نفت معمولی نیز اغلب جهت مبارزه با لارو حشرات در آب‌های راکد به‌کار می‌روند. البته بعضی از انواع خالص‌تر روغن‌ها به عنوان حلال سموم نیز حائز اهمیت هستند. امروزه از سری روغن‌های پارافینی، ترکیباتی تحت عنوان ولک (®Volk)، سیترول (®Citrol)، فیتول (®Fitol) و الیوسین (®Eliocin) در بازار وجود دارند که دارای کاربرد عمده‌ای در دفع آفات هستند.

۵- **نقطه اشتعال (Inflammation Point)**: نقطه اشتعال یک روغن عبارت از درجه حرارتی است که در آن درجه حرارت، بخار روغن مشتعل می‌شود. نقطه اشتعال روغن‌های رقیق حدود 135 درجه سانتی‌گراد و در رابطه با روغن‌های غلیظ حدود 227 درجه سانتی‌گراد است. با توجه به خصوصیات مذکور، روغن‌های مورد مصرف در کشاورزی عمدتاً نفت‌های معمولی هستند که برای سمپاشی سطح آب‌های راکد جهت مبارزه با لارو پشه‌ها به‌کار می‌روند، اما به‌خاطر بوی نامطبوع، به‌عنوان حلال مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. نفت تصفیه شده که فاقد بو است اغلب به عنوان حلال یا حامل استفاده می‌شود. روغن‌های موتور به علت تأثیر سوء روی گیاهان، کاربرد زیادی ندارند اما کاربرد آن‌ها در زمستان امکان‌پذیر می‌باشد. گازوییل نیز مانند نفت معمولی است و نمی‌توان آن‌را به مقدار زیاد روی گیاهان مصرف کرد. بعضی از روغن‌های حاصل در پالایشگاه را برای مصارف کشاورزی خالص می‌کنند. همچنین یکسری روغن‌ها به‌نام روغن سفید (White Oil) وجود دارند که از تصفیه کامل روغن‌های تابستانه به‌دست می‌آیند و درجه سولفوناسیون آن‌ها 100% است، مانند پارافین مایع. با توجه به اینکه نفت معمولی دارای بوی نامطبوعی است، لذا به عنوان حلال مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و برای این منظور نفت تصفیه شده که فاقد بو است (نفت بی‌بو)، به عنوان حلال بخصوص در اسپری‌ها به‌کار می‌رود.

۱-۳-۴ نحوه مصرف روغن‌ها

روغن‌ها در آب حل نمی‌شوند در حالی که برای مصرف لازم است از آب به عنوان حامل استفاده شود. برای رفع این مشکل از امولسیون کننده‌ها (Emulsifying Agents) استفاده می‌کنند که قادر هستند

روغن‌ها را در آب به‌صورت قطرات ریز و به حال معلق درآورند. روغن‌های امروزی به‌صورت امولسیون‌های غلیظ و خمیری شکل هستند که در هنگام مصرف آن‌ها را مستقیماً در آب ریخته و به‌هم می‌زنند و سپس به‌کار می‌برند، زیرا در این حالت خود روغن دارای مواد امولسیون کننده بوده و فقط باید به نسبت توصیه شده مصرف شوند. دوام امولسیون روغن‌ها مهم است زیرا بعد از مدتی امولسیون شکسته می‌شود. مواد امولسیون کننده هم در آب و هم در روغن حل می‌شوند و قادر هستند روغن را به‌صورت ذراتی معلق در آب درآورند. چنین محلولی « امولسیون روغنی» نامیده‌می‌شود که گاهی اوقات به چنین محلول‌هایی بعضی از انواع سموم نیز اضافه می‌شود تا قدرت حشره‌کشی را بیشتر کند.

امولسیون کننده‌ها از ترکیبات متفاوتی ساخته شده‌اند، اما اغلب آن‌ها ترکیبات سولفونه Aryles،Cetyles و Alkyles هستند و ممکن است دارای الکل، استر و آمید نیز باشند (سولفونه کردن به مفهوم جانشین کردن ریشه اسیدی با اسید سولفوریک است). ساده‌ترین امولسیون کننده‌ها، صابون‌ها هستند، اما صابون به‌واسطه ترکیب با مواد آهکی آب نمی‌تواند امولسیون کننده خوبی باشد.

۲-۳-۴ مکانیسم عمل روغن‌ها

همان طوری که گفته شد، روغن‌ها ترکیباتی هستند که بر حسب منبع ممکن است درجه خلوص متفاوتی داشته باشند. به عنوان مثال، نفت‌های جنوب غربی ایران دارای مقدار زیادی هیدروکربن‌های زنجیری اشباع نشده هستند که به آن‌ها روغن‌های پارافین گفته می‌شود، در حالی که بسیاری از منابع نفتی در سایر نقاط دنیا دارای ترکیبات آروماتیک هستند. بعضی حشرات توسط هیدروکربن‌های آروماتیک بهتر کنترل می‌شوند و این استنتاج در مورد تخم‌کشی (Ovicide) نیز صادق است. در مورد نحوه تأثیر روغن‌ها، فرضیه‌های متعددی توسط دانشمندان ارائه شده است که هر کدام مورد انتقاد گروه دیگری از دانشمندان واقع شده است. به عنوان مثال و بر اساس توصیه عده‌ای از دانشمندان، هنگامی که روغن با نقطه جوش پایین مصرف می‌شود، به این مفهوم است که معمولاً بخار روغن از طریق روزنه‌های تنفسی وارد سیستم تراشه‌ای حشرات شده و باعث خفگی و مرگ آن‌ها می‌شود. اما امروزه اغلب روغن‌ها درجه جوش بالایی داشته و به‌صورت بخار عمل نمی‌کنند. عده‌ای از متخصصین معتقد هستند که روغن، منافذ تنفسی حشرات (Spiracle) را مسدود می‌کند و مانع رسیدن اکسیژن به بافت‌ها می‌شود. در حالی که عده‌ای دیگر معتقد هستند که صرفاً بسته شدن اسپیراکل‌ها نمی‌تواند باعث خفگی حشرات شود و این گروه معتقد می‌باشند که روغن وارد سیستم تراشه‌ای شده و خسارات موضعی نیز به بافت‌های داخلی حشره وارد کرده و به این ترتیب باعث مرگ آن‌ها می‌شود. نظریه دیگر این است که وقتی امولسیون‌های روغنی مصرف می‌شوند، آب موجود در آن‌ها تبخیر شده و در نتیجه روغن به‌صورت

یک لایه نازک روی سطح بدن حشره هدف خشک می‌شود که به این ترتیب با مسدود کردن منافذ تنفسی و دیگر منافذ بدن باعث خفگی می‌شود. در هر حال آنچه که از تمام نظریات فوق استنتاج می‌شود. این است که عامل اصلی در مکانیسم تأثیر روغن‌ها، ایجاد اختلالات تنفسی است که خفگی حشرات هدف را به دنبال دارد. در مورد نحوه اثر روغن‌ها در محیط‌های آبی نیز نظریه‌های مختلفی ارائه شده است. به نظر عده‌ای از محققین، روغن کشش سطحی آب را کم کرده و در نتیجه این عمل باعث می‌شود که لاروها قادر به آویزان کردن خود به سطح زیر آب نباشند و به این ترتیب امکان تنفس از سطح آب را از دست می‌دهند. بر اساس نظریه دیگر، لایه روغن روی سطح آب به عنوان یک مانع برای دستیابی سیفون لاروها به هواست. بر طبق نظریه دیگر، مواد سمی توسط آب از روغن گرفته شده و با آلوده کردن محیط زیست لاروها، موجب مسمومیت لاروها می‌شود. عده‌ای دیگر از دانشمندان معتقد هستند که خود روغن مستقیماً وارد سیفون تنفسی حشره شده و با مسدود کردن تراشه‌ها باعث خفگی می‌شود. بعضی نیز معتقد هستند که وقتی روغن وارد سیستم تراشه‌ای حشره شد، به عنوان یک سم تماسی عمل می‌کند. نکته جالب توجه اینکه در محیط‌های نفتی مختلف گونه‌های بسیار معدودی از حشرات یافت شده‌اند که داخل نفت فعالیت و زندگی می‌کنند و از موجودات ریز تغذیه می‌نمایند. تنفس در این حشرات از طریق سیفون تنفسی که به سهولت آن‌را از سطح نفت خارج می‌کنند، صورت می‌گیرد.

با توجه به توضیحات فوق، روغن‌ها دارای سه مقوله کاربرد هستند:

۱- به عنوان آفت‌کش که از طریق فیزیکی (مسدود کردن منافذ تنفسی) موجب مرگ آفات می‌شوند.

۲- به عنوان سینرژیست یا تشدید کننده سموم و نیز جلوگیری کننده از تبخیر شدید سموم

۳- به عنوان حلال سموم زیرا تعداد زیادی از سموم در آب نامحلول هستند؛ لذا به‌صورت محلول‌های روغنی به بازار عرضه می‌شوند.

۳-۳-۴ مکانیسم گیاه‌سوزی روغن‌ها

عامل اصلی گیاه‌سوزی در روغن‌ها، هیدروکربن‌های اشباع نشده موجود در آن‌ها هستند. روغن از طریق روزنه‌های تنفسی وارد گیاه شده و از بافت‌های پوششی عبور کرده و فضای بین سلول‌ها را پر می‌کند و در نتیجه فتوسنتز، تعریق و سایر فعالیت‌های حیاتی گیاه دچار اختلال می‌شود. خاصیت گیاه‌سوزی روغن‌ها اساساً به دلیل اکسید شدن هیدروکربن‌های اشباع نشده روغن است که تحت تأثیر اشعه ماوراء بنفش و در حضور اکسیژن انجام می‌گیرد. بنابراین هرچه مقدار هیدروکربن‌های اشباع نشده در

یک روغن بیشتر باشد، گیاه‌سوزی نیز بیشتر خواهد بود.

روغن‌های رقیق‌تر سریع‌تر وارد روزنه‌های گیاهان می‌شوند، اما در مورد روزنه‌های تنفسی حشرات وضعیت برعکس می‌باشد. از طرف دیگر هرچه یک روغن بهتر بتواند نفوذ کند، تأثیر بیشتری نیز دارد. در مورد گیاه‌سوزی سه عامل حائز اهمیت است: نوع روغن مناسب، غلظت روغن و زمان صحیح کاربرد روغن.

بعضی از گیاهان مانند درخت زردآلو حساسیت بیشتری نسبت به روغن‌ها دارند. در رابطه با مسمومیت گیاهان چند حالت زیر دیده می‌شود:

۱- سوختگی و ریزش شدید برگ‌ها و میوه‌ها به‌صورت سریع (طی مدت دو تا سه روز).

۲- حساسیت مزمن که در این مورد حالات مختلفی در طول زمان مشاهده می‌شود، به‌طوری که برگ‌ها زرد شده، جوانه‌ها از بین رفته یا دیرتر باز می‌شوند و کاهش محصول و نیز خشک شدن شاخه‌های جوان و سرشاخه‌ها را در بر خواهد داشت.

در استفاده از روغن‌ها باید مواردی را رعایت کرد که عبارتند از:

۱- در بهار و تابستان باید قبل از سمپاشی با روغن، درختان را آبیاری کرد تا تشنه نباشند.

۲- اگر سم با روغن همراه است، باید احتیاط مربوط به سم رعایت شود زیرا روغن درجه سمیت سم را افزایش می‌دهد.

۳- سه‌هفته قبل و بعد از سمپاشی با استفاده از روغن‌ها، از کاربرد ترکیبات گوگردی روی گیاهان باید اجتناب کرد، زیرا وجود موادی مانند گوگرد و فنل‌ها باعث ایجاد گیاه‌سوزی می‌شوند.

فصل پنجم

حشره‌کش‌های آلی مصنوعی - ترکیبات کلره
(Organochlorine Compounds)

مهم‌ترین ترکیبات آلی مصنوعی که توسط شرکت‌های مختلف سنتز می‌شوند شامل ترکیبات کلره، فسفره و کاربامات هستند. اگرچه علاوه بر گروه‌های سه‌گانه فوق، گروه‌های دیگری نیز وجود دارند که تعدادی ترکیب شیمیایی را در خود جای داده‌اند، اما سه گروه مزبور بخش عمده سموم شیمیایی را شامل می‌شوند و در واقع پایه و اساس طبقه‌بندی سموم کشاورزی هستند. بر این اساس، ترکیبات کلره، فسفره و کاربامات به ترتیب در فصول پنجم، ششم و هفتم مورد بررسی قرار گرفته و مهم‌ترین سموم موجود در هر گروه که در حال حاضر کاربرد دارند یا در گذشته کاربرد وسیعی داشتند، معرفی و مطالعه می‌شوند.

ترکیبات کلره، ترکیبات بخصوص و با مشتقات معینی هستند که دارای اتم‌های کربن، کلر، هیدروژن و گاهی اکسیژن و نیز دارای اتصالات C-Cl و اتصالات بنزن به‌صورت زنجیری بوده و فاقد مکان‌های فعال مولکولی و غیرقطبی هستند. ترکیبات کلره تاریخچه بسیار مهم و جالبی دارند، زیرا با تشخیص خاصیت حشره‌کشی آن‌ها در جنگ جهانی دوم (در سال ۱۹۳۹)، توانستند بر اثر کنترل شپش ناقل بیماری تیفوس خدمت بزرگی به بشر کنند. در آن سال‌ها و چندین سال بعد، د.د.ت اولین ترکیب از این سری به‌عنوان یک ترکیب معجزه‌گر برای انسان شناسایی شد. در سال ۱۹۴۴، فقط در شهر ناپل ایتالیا، یک میلیون نفر طی مدت سه هفته با د.د.ت گردپاشی شدند و از مرگ حتمی نجات یافتند. بعد از جنگ نیز این ترکیبات وارد سیستم کنترل آفات کشاورزی شده و سبب خدمات ارزنده‌ای به بشریت شدند به‌طوری که اثرات وسیع و سریع آن‌ها بسیاری از شیمیدان‌ها را تحت تأثیر قرار داد. این ترکیبات در طبیعت ثبات زیادی داشته و در مواد چربی ذخیره می‌شوند که دو ویژگی مزبور از معایب مهم سموم کلره محسوب می‌شوند. به همین دلیل مصرف اغلب این ترکیبات در بسیاری از کشورهای توسعه یافته بخصوص ایالات متحده آمریکا و کشورهای اروپایی کاملاً ممنوع شده است که علت آن تأثیر سوء بعضی

از این ترکیبات روی انسان، دام و محیط زیست می‌باشد. اما بر اساس آمار ارائه شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO)، واقعیت این است که ترکیبات کلره همچنان در برخی کشورهای جهان بخصوص کشورهای جهان سوم به‌عنوان حشره‌کش کاربرد دارند. همان‌طوری که پیشتر بیان شد، اغلب ترکیبات کلره بخصوص گروه د.د.ت و آنالوگ‌های آن خاصیت Lipophilicity دارند، یعنی پس از کاربرد و ورود در سیستم بدن موجود زنده، در چربی‌های بدن ذخیره شده و جذب بدن نمی‌شوند. ورود این ترکیبات و ذخیره آن‌ها در بدن به طرق مختلف صورت می‌گیرد. به عنوان مثال، از طریق سمپاشی علوفه‌ها وارد بدن دام شده و از طریق شیر و سایر فرآورده‌های لبنی یا گوشت وارد بدن انسان می‌شوند. این ترکیبات اگرچه اثرات مخرب خود را به‌طور سریع نشان نمی‌دهند، اما در دراز مدت وقتی مقدار سم ذخیره شده در بدن به حد معینی برسد، آثار خود را نشان می‌دهند که ممکن است اختلالات فیزیولوژیکی، بیماری سرطان و سایر عوارض و بیماری‌ها را در موجودات زنده باعث شوند. این مسأله امروزه در اغلب کشورهای پیشرفته به اثبات رسیده و لذا مصرف د.د.ت و آنالوگ‌های آن از سال ۱۹۷۱ میلادی در آمریکا به‌طور کامل ممنوع شده است. اگرچه کاربرد کشاورزی د.د.ت در ایران در سال ۱۳۵۴ و کاربرد بهداشتی آن در سال‌های بعد ممنوع شده است، اما تحقیقات سم‌شناختی انجام شده در مناطق مختلف ایران به وضوح بیانگر وجود مقادیر مختلف د.د.ت و سایر ترکیبات کلره در برخی فرآورده‌های دامی بخصوص شیر می‌باشد. ترکیبات کلره یک عیب مهم دیگر نیز دارند و آن اینکه حشرات در مقابل آن‌ها خیلی سریع به مقاومت می‌رسند. امروزه تعداد حشراتی که در مقابل د.د.ت مقاوم شده‌اند، بیش از هر ترکیب دیگری است. نکته حائز اهمیت اینکه، ترکیبات کلره علاوه بر معایب فراوان، دارای مزایایی نیز به شرح زیر هستند:

۱- دارای طیف وسیع حشره‌کشی هستند.

۲- دوام طولانی دارند و می‌توانند برای روزهای متمادی خاصیت حشره‌کشی خود را حفظ کنند که این امر از لحاظ اقتصادی حائز اهمیت است زیرا به تجدید سمپاشی در کوتاه مدت نیازی نیست.

۱-۵ تقسیم‌بندی ترکیبات کلره

طبق نظر دانشمندان سم‌شناس، ترکیبات کلره به گروه‌های مختلفی طبقه‌بندی می‌شوند که بر اساس علمی‌ترین طبقه‌بندی، ترکیبات کلره به چهار گروه زیر تقسیم می‌گردند:

۱- گروه د.د.ت و مشتقات آن (D.D.Tand its Derivatives)

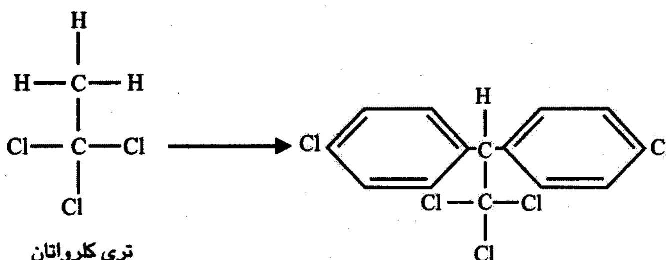
۲- گروه بنزن هگزاکلراید (Benzen Hexachloride) یا (B.H.C)

۳- گروه سیکلودین‌ها (Cyclodiens)

۴- گروه پلی‌کلروترپن‌ها (Polychloroterpens)

۲-۵ گروه د.د.ت و مشتقات آن

د.د.ت با نام شیمیایی دی کلرو دی فنیل تری کلرو اتان (Dichloro Diphenyl Trichloro Ethan) و با فرمول بسته $C_{14}H_9Cl_5$، یکی از ترکیبات مهم و اساسی دسته اول از ترکیبات کلره سنتتیک است که با جایگزینی دو گروه کلرو فنیل در مولکول تری کلرو اتان به‌دست می‌آید (شکل ۱-۵). د.د.ت به دلایل سادگی تهیه، ثبات زیاد و طیف وسیع حشره‌کشی، بسیار مورد توجه شیمیدان‌ها و متخصصین کنترل آفات قرار گرفت و اولین ترکیبی بود که جایگزین ترکیبات معدنی آفت‌کش و ترکیبات گیاهی شد.



شکل ۱-۵ د.د.ت (سمت راست) که با جایگزینی دو گروه کلروفنیل در مولکول تری‌کلرواتان (سمت چپ) ایجاد شده است.

۱-۲-۵ خواص فیزیکی د.د.ت

۱- د.دت معمولاً به‌صورت پودر سفید یا کرم رنگ است اما نوع خالص آن به‌صورت کریستال می‌باشد.

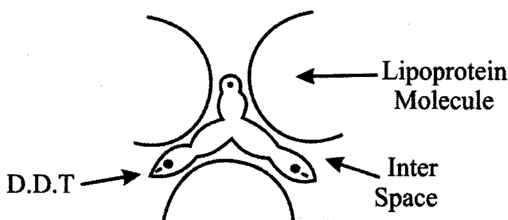
۲- درجه جوش نوع تکنیکال آن در 109 درجه سانتی‌گراد و نوع صنعتی آن در 89 درجه سانتی‌گراد است.

۳- در آب غیرمحلول است اما در اغلب حلال‌های آلی حل می‌شود.

۴- اثر د.د.ت با کاهش درجه حرارت افزایش می‌یابد (Negative Temperature Effect) و بر اساس نظر Matsumura، این امر بیانگر این حقیقت است که واکنش و اثر د.د.ت از نوع

شیمیایی نبوده بلکه فیزیولوژیک است، اگرچه د.د.ت خود یک ماده شیمیایی می‌باشد.

۵- نوع صنعتی د.د.ت، از ایزومرهای مختلفی تشکیل شده است که درجه سمیت آن‌ها نیز متفاوت می‌باشد. تاکنون 14 ایزومر مختلف از د.د.ت شناخته شده است و بر اساس نظر دانشمندان این احتمال وجود دارد که تعدادی از ایزومرها نیز ناشناخته باقی مانده باشد. مهم‌ترین ایزومرهای د.د.ت شامل .PP′ D.D.T، .OP′ D.D.T، .OO′ D.D.T، PP′ D.D.D و OP′ D.D.D هستند. نوع تجاری D.D.T حدود 70% دارای ایزومر PP′ D.D.T می‌باشد و مهم‌ترین ناخالصی آن OP′ D.D.T و به میزان 20% است. نکته حائز اهمیت در رابطه با سنتز د.د.ت اینکه کوچک‌ترین تغییرات در مراحل تهیه د.د.ت موجب به‌وجود آمدن ایزومرهای مختلف آن می‌شود که از نظر خواص حشره‌کشی تا حدودی با یکدیگر فرق دارند. بر اساس نظریه Otto، در مؤثرترین ایزومر د.د.ت، اتم‌های کلر در موقعیت پارا روی حلقه فنیل قرار گرفته‌اند و علت آن امکان‌چرخش مولکول د.د.ت و پیدا کردن حالت درفش یا گوه مانند (8) است (شکل ۲-۵) که باعث باز نگه داشتن شدن کانال‌های سدیم و پتاسیم سلول‌های عصبی می‌شود و به این ترتیب بیشترین سمیت را ایجاد می‌کند.



شکل ۲-۵ حالت درفش یا گوه مانند (8) د.د.ت و تثبیت آن در فضای بین مولکول‌های لیپوپروتئین

سنتز د.د.ت در اواخر دهه ۱۹۳۰ با موفقیت انجام شد و طی آن سال‌ها حجم قابل ملاحظه‌ای از این ترکیب در شرکت‌های ساخت سموم ساخته و عرضه شد. به منظور سنتز د.د.ت می‌توان به روش زیر عمل کرد:

کلروبنزن + کلرال هیدراته $\xrightarrow{\text{اسید سولفوریک}}$ PP′D.D.T 70% + OP D.D.T 20% +10% other isomeres of D.D.T

در این فرمول، هرچه میزان کلرال هیدراته بیشتر باشد، خلوص د.د.ت نیز بیشتر خواهد بود. د.د.ت در شرایط معمولی دوام زیادی دارد اما در محیط‌های قلیایی مقداری از کلر خود را از دست داده و تبدیل به DDE می‌شود که ترکیب اخیر سمیت زیادی برای حشرات ندارد. د.د.ت در مقابل نور تجزیه نمی‌شود اما پودر آن در شرایطی که حداکثر تماس را با نور پیدا کند، به تدریج تجزیه می‌شود. رطوبت زیاد نیز به تجزیه شدن د.د.ت کمک می‌کند. د.د.ت حرارت معمولی را به خوبی تحمل می‌کند، به‌طوری که

د.د.ت خالص تا دمای 195 درجه سانتی‌گراد نیز تجزیه نمی‌شود. فشار بخار د.د.ت در دمای 20 درجه سانتی‌گراد معادل 1.5×10^{-7} میلی‌متر جیوه است که به این ترتیب خیلی کم بخار می‌شود.

از لحاظ سمیت د.د.ت برای انسان و دام، نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که مقدار 10 mg/kg د.د.ت در انسان موجب پیدایش عوارض مربوطه می‌گردد و مقدار 16 mg/kg باعث فلج ماهیچه‌ای می‌شود. بدیهی است که هرچه دز آن بیشتر گردد، علائم بیماری نیز شدیدتر می‌شود تا اینکه در دز 285 mg/kg موجب مرگ جانور می‌شود زیرا LD50 آن برای موش، 250 mg/kg است. د.د.ت اگر در روغن حل شود، از طریق پوست بدن جذب می‌شود و خطرناک است، اما پودر آن از طریق تماس قابل جذب نیست. حتی تنفس کردن پودر د.د.ت اگر به مقدار زیاد نباشد، خطر چندانی ندارد. د.د.ت سمی است که از جلد عده بسیار زیادی از حشرات عبور می‌کند (بخصوص نقاطی از بدن که دارای غشای نازکی است) که علت آن مربوط به کیتین حشرات می‌شود که د.د.ت را به‌خوبی در خود حل می‌کند. در پشه‌ها و مگس‌ها د.د.ت از محل بندهای پنجه پاها وارد بدن می‌شود و به‌علاوه در انتهای پای مگس خانگی سلول‌های غده‌ای شکلی وجود دارند که به اعصاب پا مربوط می‌شوند. سلول‌های غده‌ای مزبور مایعی ترشح می‌کنند که باعث حل شدن د.دت می‌شود. تحقیقات نشان داده است که در بعضی از موارد مسمومیت در حشرات، گلیکوژن و گلوکز بدن نابود می‌گردد و در عین حال مقدار ترکیبات به‌دست آمده از متابولیسم مانند کتون‌ها، اِستون و اسید استواستیک بالا می‌رود. این ترکیبات در اثر اختلالات حاصله در متابولیسم قندها و اختلال در چرخه گلیکولیز به‌وجود می‌آیند. علائم مسمومیت در جانوران خونگرم مانند موش عبارت است از:

۱- هیجان و حساسیت

۲- سرد شدن پوست بدن

۳- کاهش اشتها

۴- ضعف شدید ماهیچه‌ای

۵- لرزش دست و پا

۶- ضعف عمومی و کاهش وزن

۷- فلج و مرگ

مسمومیت حاد در انسان به ندرت اتفاق می‌افتد مگر اینکه محلول‌های روغنی آن مورد تغذیه قرار گیرند. در هر حال علائم مسمومیت در انسان عبارتند از:

۱- سردرد
۲- گلودرد
۳- تهوع
۴- درد مفاصل
۵- عصبانیت
۶- لرزش‌های خفیف و تشنج‌های Clonic (انقباض و انبساط غیرارادی ماهیچه‌های اندام‌ها در یک توالی سریع)
۷- یرقان

پادزهر سموم کلره و بخصوص د.د.ت، نمک‌های باربیتورات (Barbiturates) هستند، مانند Pheno Barbital و Dilantin . همچنین املاح منیزیم مانند سولفات منیزیم و نیز شستشوی معده و ایجاد تهوع در رابطه با درمان توصیه شده است. در مورد این گونه مسمومیت‌ها باید از خوردن مواد چربی اکیداً خودداری شود و خوردن چای و آب نمک توصیه می‌شود.

۲-۲-۵ د.د.ت و محیط زیست

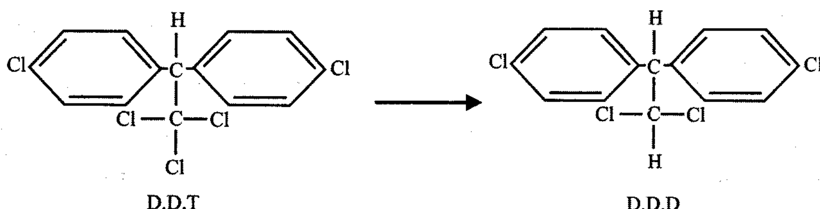
اینکه تمام سموم مورد استفاده در دفع آفات روی محیط زیست بی‌تأثیر نیستند، امری بدیهی می‌باشد و پرداختن به این موضوع در این کتاب نمی‌گنجد، اما به دلیل اینکه استفاده گسترده از د.د.ت طی سالیان متمادی اثرات بسیار زیان‌باری بر محیط زیست بر جای گذاشته است، لذا بی‌مناسبت نخواهد بود که به دلیل اهمیت موضوع اشاره‌ای هر چند کوتاه به این موضوع داشته باشیم. لازم به توضیح می‌باشد که امروزه کاربرد د.د.ت در اغلب ممالک دنیا منسوخ شده است، اما در گذشته برای کنترل بسیاری از آفات گیاهی به فراوانی مورد استفاده قرار می‌گرفتند و حتی امروزه در معدودی از کشورهای جهان سوم کم و بیش مصرف می‌شود.

به‌طور کلی در بررسی سرنوشت و اثرات سموم شیمیایی در اکوسیستم‌ها، جنبه‌های اصلی زیر باید مورد توجه اساسی قرار گیرد:

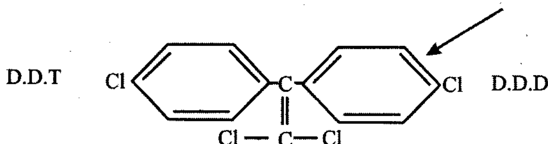
۱- دوام و پایداری ماده شیمیایی در طبیعت و نیز در محیط‌های مختلف
۲- قابلیت انحلال آن در محیط‌های مختلف
۳- مکانیسم توزیع و انتشار

۴- خواص سمی و اثرات بیولوژیکی

ترکیبات حلقوی کلردار به عنوان سموم بسیار باثبات شناخته شده‌اند زیرا به کندی تجزیه می‌شوند. در مورد د.د.ت نیمه عمر تجزیه آن 10 الی 15 سال محاسبه شده است. در اولین مرحله تجزیه، د.د.ت به د.د.د (D.D.D یا دی‌کلرودی‌فنیل‌دی‌کلرواتان) و در مرحله بعد به د.د.ی (D.D.E) تجزیه می‌شود (شکل ۳-۵ و ۴-۵) که هر دو ترکیب مزبور خاصیت سمی و بیولوژیکی قابل ملاحظه‌ای دارند. بنابراین شکستن ساختمان د.د.ت حداقل در مراحل اول تجزیه به مفهوم از بین رفتن کامل خاصیت سمی آن نیست.



شکل ۳-۵ د.د.ت و متابولیت‌های حاصل از تجزیه آن (D.D.D و D.D.E).



شکل ۴-۵ دی‌کلرودی‌فنیل‌دی‌کلرواتیلن = DDE

قابلیت انحلال د.د.ت در آب به شدت کم بوده و 2.1 ppm است اما در چربی‌ها به سهولت حل می‌شود و پس از ورود به بدن موجودات زنده در محل تجمع چربی‌ها انباشته می‌گردد. د.د.ت ماده فراری نیست به همین دلیل میزان تبخیر آن در طبیعت بسیار ناچیز است و این مسأله نیز به ثبات و پایداری آن در محیط کمک می‌کند. با وجود آنکه د.د.ت به مقدار بسیار اندک در آب حل می‌شود اما پس از مصرف در مزارع، باتلاق‌ها و غیره، در تمام مناطق کره زمین پراکنده می‌گردد. تحقیقات دانشمندان نشان داد که د.د.ت در بدن تمام ساکنین کره زمین و حتی در بدن اسکیموها که منطقه زندگی آن‌ها هرگز با د.د.ت سمپاشی نشده است، در مقادیر مختلف وجود داشته و مقدار آن در بافت‌های چربی به مرور زمان بالا می‌رفت. دلیل اساسی گسترش د.د.ت در تمام مناطق زمین این بود که هنگام سمپاشی بخصوص در شرایط استفاده از هواپیماهای سمپاش، قسمت اعظم ذرات ریز د.د.ت در اتمسفر باقی مانده و توسط باد به فواصل دور برده می‌شد. به علاوه ذرات د.د.ت پس از نشستن روی گیاهان و خاک مجدداً می‌توانند به اتمسفر بازگردند و به‌وسیله جریان هوا انتقال یابند. همچنین ذرات د.د.ت در آب بدون آنکه به حالت

محلول درآیند می‌توانند به فواصل بسیار دور منتقل شوند. به‌عنوان مثال، بعد از سمپاشی باتلاق‌ها و مزارع کنار رودخانه‌ها مقدار د.د.ت معلق در آب می‌تواند تا یک میلیون برابر افزایش یابد. به‌طور کلی اثرات مضر د.د.ت را در مرحله اول می‌توان به دو دسته زیر تقسیم کرد:

الف- زیان‌های مستقیم: وقتی د.د.ت را برای کشتن آفات گیاهی و نیز آفات بهداشتی به‌کار می‌برند، علاوه بر از بین بردن آفات مزبور، بسیاری از پارازیت‌ها و پرداتورها و نیز سایر حشرات مفید را نیز از بین می‌برد. از طرف دیگر تعداد قابل ملاحظه‌ای از گونه‌های مختلف حشرات و کنه‌ها مانند شته‌ها، شپشک‌های نباتی، سن‌ها، زنجره‌ها، پسیل‌ها، عده‌ای از سخت‌بالپوشان و راست‌بالان و نیز کنه‌های تار عنکبوتی (Tetranychidae) نسبت به آن مقاوم شده‌اند. حتی مقاومت کنه‌های تار عنکبوتی به این ترکیب به حدی افزایش یافته است که د.د.ت برای کنه دو نقطه‌ای یا تار عنکبوتی (Tetranychus urticae) به عنوان یک رژیم غذایی مطلوب محسوب می‌شود و تحقیقات نشان داده است که کنه‌های ماده تغذیه شده با د.دت، پتانسیل زیستی (باروری و طول عمر) بیشتری نسبت به سایر کنه‌ها دارند. نکته جالب توجه دیگر در رابطه با د.د.ت و کنه مزبور اینکه ذرات د.د.ت پس از ورود به داخل بدن کنه‌های ماده، با تحریک کردن تخمدان باعث تولید مثل بیشتر می‌شوند که این پدیده جالب توجه به Hormolygosis موسوم است. زیان مستقیم دیگر اینکه د.د.ت در گیاهان خانواده کدوئیان (Cucurbitaceae) ایجاد سوختگی شدید می‌کند.

ب- زیان‌های غیرمستقیم: علاوه بر مناطقی که با د.د.ت سمپاشی می‌شوند، نواحی دور که هرگز به‌طور مستقیم د.د.ت در آن‌ها پاشیده نشده است، مقادیر متفاوت د.د.ت را دریافت می‌کنند. به‌علاوه ورود د.د.ت در زنجیره‌های غذایی و بخصوص انباشته شدن آن در طبقات بالاتر اکوسیستم، زیان‌های دیگری ایجاد می‌کند که مجموع آن‌ها را می‌توان زیان‌های غیرمستقیم نامید. به‌عنوان مثال برخی بیماری‌های قارچی جنگلی مانند بیماری مرگ نارون (Dutch Elm Disease) که توسط قارچ Ceratocystis ulmi ایجاد می‌شود توسط سوسک‌های خانواده Scolytidae (گونه‌های Scolytus multistriatus و Hylorgopinus rufipes) از درختی به درخت دیگر منتقل می‌شود. بررسی‌ها نشان داد که پاشیدن ذرات د.د.ت برای مبارزه با حشرات ناقل موجب ورود د.دت به خاک و جذب آن به‌وسیله کرم‌های خاکی شده و در نتیجه نسل پرندگانی که از کرم‌های خاکی تغذیه می‌کردند، کاهش یافت و حتی در معرض خطر انقراض قرار گرفتند. چگونگی تأثیر تدریجی د.د.ت بر پرندگان به این ترتیب است که د.د.ت در بافت‌های چربی بدن پرندگان گوشت‌خوار که در طبقات بالای زنجیره‌های غذایی قرار دارند، انباشته می‌شود. پرندگان مزبور هنگامی که در شرایط کمبود مواد غذایی (بخصوص در فصل زمستان) قرار می‌گیرند، شروع به استفاده از ذخایر چربی بدن خود می‌کنند که در این شرایط، ورود

د.د.ت در متابولیسم بدن و در نتیجه تأثیر روی سیستم عصبی موجب مرگ آن‌ها می‌شود.

د.د.ت و نیز سایر ترکیبات حلقوی کلردار موجب ترشح برخی آنزیم‌های کبدی می‌شوند. این آنزیم‌ها روی هورمون‌هایی که از نظر ترکیب شیمیایی به گروه استروئیدها تعلق دارند، اثر کرده و موجب تجزیه و شکسته شدن آن‌ها می‌شوند و در نتیجه فعالیت‌هایی که توسط هورمون‌های استروئید هدایت و کنترل می‌شوند، مختل می‌گردند. فعالیت غدد جنسی و مکانیسم‌های تولید مثلی به شدت از این اختلالات آسیب می‌بینند. آنزیم کربنیک آنهیدراز (Carbonic Anhydrase) نقش فعالی در تثبیت کلسیم در پوسته تخم پرندگان ایفا می‌کند. ورود د.د.ت به بدن پرندگان باعث تجزیه این آنزیم می‌شود و در نتیجه تخم‌های پرندگان آلوده به د.د.ت محتوی مقادیر کافی کلسیم نبوده و در نتیجه داخل لانه به سهولت می‌شکنند. نمونه بارز این مسأله در مورد پلیکان قهوه‌ای (Plecanus occidentalis)، باز (Falco peregrinus) و عقاب طلایی (Aquila chrysaetus) مشاهده شد که در برخی موارد تا حد نابودی نسل پرندگان فوق پیش رفته است. البته از زمان ممنوعیت کاربرد د.د.ت در بسیاری از کشورهای دنیا، جمعیت بسیاری از پرندگان متأثر از سم مزبور به‌طور قابل ملاحظه‌ای رو به فزونی گذاشته است.

۳-۲-۵ متابولیسم د.د.ت

تحقیقات و بررسی‌های انجام شده روی د.د.ت نشان داده است که این ترکیب در بدن موجودات زنده تحت تأثیر واکنش‌های مختلف قرار گرفته و به‌صورت زیر متابولیزه می‌شود (شکل ۵-۵).

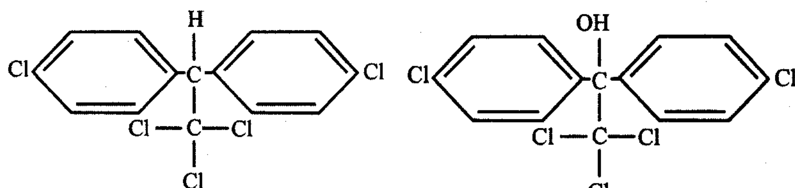
۱- در بدن مگس سرکه، اکسید شده و به کلتان (Keltan) یا دایکوفل (Dicofol) تبدیل می‌شود.

۲- در سوسری‌ها و لاروهای مگس‌های میوه، اکسید شده و به د.ب.پ (D.B.P) یا دی‌کلروبنزوفنون (Dichlorobenzofenon) تبدیل می‌شود.

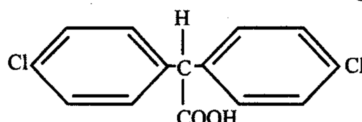
۳- در بدن اغلب حشرات و بی‌مهرگان و نیز میکروارگانیسم‌ها، اسید کلریدریک از دست داده و به D.D.E تبدیل می‌شود.

۴- در بدن اغلب مهره‌داران، اکسید شده و به D.D.A (دی‌کلرودی‌فنیل‌استیک اسید) تبدیل می‌شود.

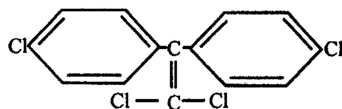
۵- در گیاهان، کلر از دست داده و به D.D.D تبدیل می‌شود.



D.D.T دیکوفول

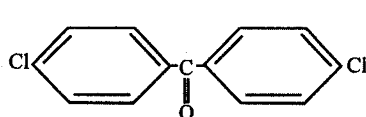


دی کلرودی فنیل استیک اسید - DDA

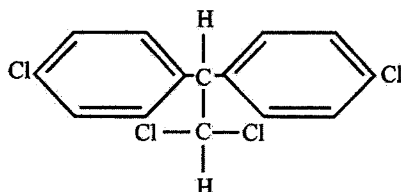


D.D.T

دی کلرو دی فنیل دی کلرو اتیلن -DDE



دی کلرو بنزو فنون -DBP



شکل ۵-۵ متابولیسم د.د.ت و تجزیه شیمیایی آن به ترکیبات مختلف در موجودات مختلف

در حشرات و انسان مهم‌ترین متابولیت حاصل از د.د.ت، D.D.E است که از لحاظ سم‌شناسی ماده‌ای بی‌اثر می‌باشد. بر اساس بررسی‌های به عمل آمده در بدن افرادی از مگس خانگی که در مقابل D.D.T مقاوم شده‌اند، مقدار زیادی D.D.E یافت می‌شود. آنزیمی که در بدن مگس‌های مقاوم به د.د.ت وظیفه تبدیل آن به D.D.E را به عهده دارد، آنزیم د.د.ت دی‌هیدروکلریناز (D.D.T Dihydro Chlorinase) است. برای شکستن مقاومت مگس و از بین بردن آنزیم مزبور ترکیبی به‌نام Warf سنتز شده است که باعث افزایش حساسیت مگس‌ها به د.د.ت می‌شود.

یکی از مسائلی که در سال‌های بعد از جنگ جهانی پیش آمد، بروز یکسری طغیان‌های آفات و پیدایش برخی آفات ثانویه به عنوان آفات درجه یک و مهم‌تر از همه پیدایش کنه‌های گیاهی به عنوان آفت بود. علت این امر مصرف د.د.ت و آنالوگ‌های آن بود که باعث از بین رفتن بسیاری از دشمنان طبیعی کنه‌های گیاهی شد و در نتیجه کنه‌ها به حالت طغیانی درآمدند. به این ترتیب کارخانجات سازنده

سموم کلره سریعاً به فکر فرموله کردن ترکیبات عمومی و خصوصی از گروه د.د.ت افتادند و یکی از اولین ترکیبات عرضه شده کلتان (Keltan) یا دایکوفول (Dicofol) بود که از آنالوگ‌های د.د.ت است و ماده اصلی آن روغنی و به رنگ قهوه‌ای می‌باشد. کلتان اگرچه جزء سموم اولیه بود اما هنوز یکی از سموم بسیار پرمصرف برای مبارزه با کنه‌های نباتی می‌باشد و معمولاً روی لاروها، پوره‌ها و بالغین مؤثر است اما روی تخم‌ها تأثیر مطلوبی ندارد. بنابراین در استفاده از این ترکیب ضرورت دارد تا سمپاشی به‌طور منظم تکرار شود (دوبار سمپاشی با فاصله ده تا پانزده روز) تا تخم‌هایی که به تدریج تفریخ می‌شوند، تحت کنترل درآیند. این ترکیب برای حشرات مفید، مضر نیست و ضمناً با اغلب حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها هم سازگار و قابل ترکیب است اما با ترکیبات گوگردی و پلی‌سولفورها ناسازگار است. سمیت دایکوفول نسبتاً پایین است (LD50=575mg/kg).

ترکیب دیگری که در سال‌های بعد معرفی گردید، Dimite بود که با اسامی مختلفی مانند DMC® و DCPC® به بازار عرضه شده است. Dimite جسم جامد و بی‌رنگی است که در دمای 70 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود و در محیط‌های اسیدی زود تجزیه می‌شود اما در محیط‌های قلیایی پایدار است و در اغلب حلال‌های آلی حل می‌شود. با توجه به اینکه سنتز آن مشکل است، لذا نسبتاً گران می‌باشد. این کنه‌کش روی تمام مراحل زیستی کنه‌ها از تخم تا کنه بالغ مؤثر است و با اغلب حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها هم قابل ترکیب می‌باشد. تأثیر Dimite عموماً به این صورت است که باعث فلج ماهیچه‌ای جانور شده و در نهایت منجر به مرگ آن می‌شود. در مورد تخم، پوسته جنینی را از بین می‌برد که این امر به مرگ جنین منجر خواهد شد.

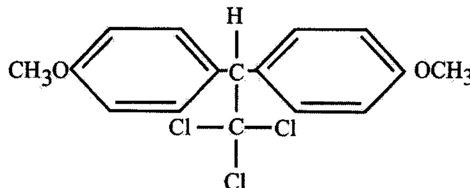
۴-۲-۵ مشابهات D.D.T

۱- **د.د.د (D.D.D)**: D.D.D یکی از ترکیبات مشابه د.د.ت است و با نام‌های تجاری مختلفی شامل TDE® و Rothome® به بازار عرضه شده است. معمولاً سفید رنگ و به‌صورت متبلور یا کریستال می‌باشد که فرم تکنیکال آن در 109 و فرم تجاری آن در 86 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. سایر خواص آن مشابه د.د.ت است اما خاصیت حشره‌کشی آن تا حدودی کمتر از د.د.ت می‌باشد، زیرا سمیت آن نسبت به د.د.ت $\frac{1}{5}$ تا $\frac{1}{20}$ می‌باشد (LD50= 3400mg/kg).

۲- **متوکسی کلر[1] ($C_{16}H_{15}Cl_3O_2$)**: متوکسی کلر از ترکیبات مشابه د.د.ت است که از جابه‌جایی دو اتم کلر حلقه‌ها با گروه‌های متوکسی (OCH_3) ایجاد می‌شود (شکل ۶-۵). نام‌های تجاری

1- Methoxychlore

آن شامل ®DMDT و ®Methoxy-D.D.T می‌باشد. نوع تکنیکال آن جسم جامد و متبلوری است که در دمای 89 درجه سانتی‌گراد و نوع تجاری آن خاکستری رنگ بوده و در دمای 69 درجه سانتی‌گراد نقطه جوش دارند. نوع تکنیکال فقط از ایزومر PP'D.D.T و نوع تجاری از PP' وO'P تشکیل شده است که البته مقدار PP' به مراتب بیشتر می‌باشد. متوکسی کلر در اغلب حلال‌های آلی حل می‌شود. سایر خواص آن مشابه د.د.ت است اما سمیت آن به مراتب کمتر از د.د.ت می‌باشد (LD50=6000mg/kg) و جزء ایمن‌ترین سموم برای انسان و سایر پستانداران محسوب می‌گردد، زیرا بر خلاف د.د.ت به میزان بسیار اندکی در چربی ذخیره می‌شود. بنابراین از این لحاظ نیز برD.D.T مزیت دارد. ضد عفونی بدن دام‌ها، محصولات کشاورزی و علوفه و نیز سمپاشی‌های بهداشتی با استفاده از این سم امکان‌پذیر می‌باشد. بنابراین سمی است که به‌طور وسیعی جایگزین د.د.ت شده بود. یکی از مکانیسم‌هایی که طی آن D.D.T و متوکسی کلر بی‌اثر می‌شوند، دهیدروکلره شدن (Dehydrochloration) آن‌هاست که مقاومت برخی حشرات به این سموم نیز به‌خاطر فعال بودن این سیستم در بدن آن‌هاست.



شکل ۶-۵ متوکسی کلر که با جایگزینی دو گروه متوکسی (OCH_3) به‌جای دو اتم کلر در مولکول د.د.ت ایجاد می‌شود.

۳- **کلروبنزیلات**[1] **($C_{16}H_{14}Cl_2O_3$)**: کلروبنزیلات امروزه کاربرد وسیعی علیه کنه‌های گیاهی و حیوانی دارد و با نام‌های تجاری ®Akar و ®Folbex عرضه می‌شود. این ترکیب ماده‌ای است جامد، متبلور و به رنگ زرد که در دمای 35 تا 37 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در اغلب حلال‌های آلی حل می‌شود اما میزان حلالیت آن در آب بسیار اندک می‌باشد. دوام آن در طبیعت نسبتاً زیاد است و تا 20 روز باقی می‌ماند اما در محیط‌های اسیدی و قلیایی غلیظ به‌طور سریع تجزیه می‌شود. سمیت آن روی پستانداران پایین است (LD50=3100−4850mg/kg). کلروبنزیلات نیز مانند Dimite روی تمام مراحل زیستی کنه‌ها مؤثر است، اما روی اغلب حشرات معمولاً بی‌تأثیر می‌باشد. این ترکیب گاهی روی برگ

1- Chlorolbenzilate

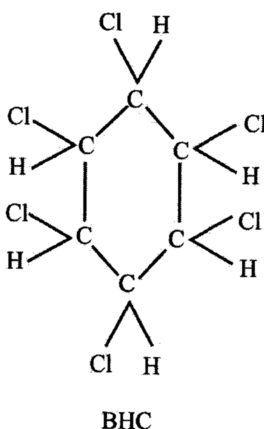
گیاهان ایجاد سوختگی می‌کند.

۴- **کلروپروپیلات[1] ($C_{17}H_{16}Cl_2O_3$)**: کلروپروپیلات از لحاظ خصوصیات و ترکیب شیمیایی شباهت زیادی به کلروبنزیلات دارد. ماده‌ای جامد، متبلور و بی‌رنگ است که در دمای 73 تا 75 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی محلول است. سمیت آن برای پستانداران کمتر از Chlorobenzilate است (LD50=5000mg/kg) و روی تمام مراحل زیستی کنه‌ها مؤثر است و جزء کنه‌کش‌های اختصاصی محسوب می‌شود. روی برگ‌های درختان باعث سوختگی نمی‌شود. دوام آن مشابه کلروبنزیلات است.

۳-۵ گروه بنزن هگزا کلراید (BHC)[2] و آنالوگ‌های آن

این ترکیبات در حدود سال ۱۸۲۵ توسط میشل فارادی ساخته شدند، اما تاریخچه آن‌ها تقریباً مشابه د.د.ت است. دکتر Slade ایزومر گامایBHC را کشف کرد که مهم‌ترین ایزومر BHC بوده و دارای بیشترین خواص حشره‌کشی نیز می‌باشد و لذا Slade به‌خاطر زحماتی که Lindane اولین بار برای کشف این ترکیبات کشیده بود، ایزومر گاما را لیندین (Lindain) نام‌گذاری کرد. BHC یا HCH (هگزاکلروسیکلوهگزان: $C_6H_6Cl_6$) (شکل ۷-۵) که دارای دو نام تجاری Solvexan® و Gamexan® می‌باشد، مشتمل بر تعداد زیادی ایزومر است. دوام این ترکیبات در طبیعت زیاد است و در مقابل عواملی مانند نور، حرارت، آب داغ و اسیدها پایدار هستند اما در محیط‌های قلیایی دوام آن‌ها اندک است. لیندین در آب نسبتاً محلول بوده و به مقدار 10 ppm در آب حل می‌شود، بنابراین میزان انحلال آن بیشتر از د.د.ت است. از طرف دیگر، سرعت تبخیر لیندین نیز بیشتر از د.د.ت می‌باشد و به این ترتیب خاصیت تدخینی دارد. فشار بخار لیندین در دمای 20 درجه سانتی‌گراد حدود 9.4×10^{-6} میلی‌متر جیوه (mmHg) است. BHC کلاً دارای 44% کلر است و نوع تجاری آن جسم جامدی است به رنگ خاکستری یا قهوه‌ای روشن، با بوی زننده و نامطبوع (بوی کپک زدگی که این بوی نامطلوب وارد گیاه و بخصوص محصولات غده‌ای نیز می‌شود) که برای تهیه آن بنزن و کلر را تحت اثر اشعه ماوراء بنفش با یکدیگر ترکیب می‌کنند. این ترکیب (BHC) مشتمل بر شش نوع ایزومر شیمیایی و نوری است. BHC در دمای 65 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود و میزان حلالیت آن در آب 10 تا 32 ppm می‌باشد. درجه سمیت BHC بسته به نوع ایزومرهای آن متفاوت است. ایزومر گامای BHC حدود 50 تا 100 مرتبه بیشتر از سایر ایزومرها سمیت دارد.

1- Chloropropilate
2- Hexachloride Benzen



BHC

شکل ۷-۵ هگزاکلروسیکلوهگزان (BHC یا HCH)، سردسته گروه دوم از سموم کلره

BHC از طریق تماسی، گوارشی و تنفسی موجب مسمومیت حشرات می‌شود. ترکیبی ازBHC که حاوی 99% ایزومر گاما باشد، لیندین نامیده می‌شود و سمیت آن برای پستانداران نسبتاً زیاد است (LD50= 125mg/kg). سایر ایزومرهای BHC عبارتند از: آلفا (α، 65%)، بتا (β، 6%)، تتا (θ، 12%)، سیگما (δ، 6%)، دلتا (Δ)، اتا (Eta) و اپسیلون (Σ). ترکیب BHC مخلوطی از تمام ایزومرهای فوق است که به همین دلیل سمیت آن به مراتب کمتر از لیندین است (LD50= 1000mg/kg).

BHC مانند د.د.ت از طریق جلد بدن جانوران و از جمله حشرات نفوذ می‌کند، اما فعل و انفعالات و تغییرات شیمیایی این ترکیب در داخل بدن موجب مسمومیت می‌شود. خاصیت حشره‌کشی لیندین بسیار زیاد است و از نظر خصوصیات فیزیکی، جسم جامد، متبلور و بی‌رنگی است که فاقد بوی نامطلوب می‌باشد و در شرایط محیطی مختلف بسیار پایدار می‌باشد. لیندین برخلاف د.د.ت و آنالوگ‌های آن که دارای خاصیت تجمعی (Cumulative) هستند، در بدن تجمع نیافته و به سرعت از بدن دفع می‌شود. لیندین از طریق تماسی برای حشرات فوق‌العاده سمیت دارد و در واقع یکی از سموم باارزش و مهمی است که در دفع آفات به‌کار گرفته می‌شود و هنوز نیز در معدود مناطقی از دنیا کم و بیش کاربرد دارد. سمیت فوق‌العاده زیاد آن برای حشرات، دوام و پایداری آن در مقابل حرارت و نیز شرایط نامساعد محیط، نحوه اثر آن از چند طریق مختلف شامل تماسی، گوارشی و تدخینی، سهولت تهیه و قیمت مناسب و بالاخره تجمعی نبودن آن، لیندین را به یک ترکیب کارآمد تبدیل کرده است.

نحوه اثر لیندین روی حشرات، مشابه د.د.ت است و در تعادل یون‌های سدیم و پتاسیم سلول‌های عصبی اختلال ایجاد می‌کند. علایم مسمومیت حاصل از لیندین در حیوانات شامل تشنج اعصاب، افزایش فشار خون، فلج و مرگ است. پادزهر سموم لیندین و BHC نیز ترکیبات باربیتورات است.

موارد مصرف لیندین در کشاورزی: BHC صنعتی به‌واسطه بوی نامطبوعی که دارد معمولاً روی میوه‌ها، سبزیجات، صیفی‌جات و سایر محصولات کشاورزی که مستقیماً مصرف می‌شوند، به‌کار نمی‌رود زیرا بوی این ترکیب برای مدت‌ها باقی خواهد ماند. عمدتاً برای مبارزه با ملخ، آبدزدک و شب‌پره زمستانه (Agrotis Segetum) به‌صورت طعمه مسموم و نیز برای مبارزه با آفات پنبه به‌صورت سمپاشی به‌کار می‌رود. به علاوه BHC را برای ضدعفونی خاک و برای دفع آفات ریشه نیز می‌توان به‌کار برد، البته در این صورت محصولات غده‌ای نباید در خاک کشت شوند زیرا اگر BHC در خاک مصرف شود دوام آن و بوی نامطبوعش بیشتر است و حداقل تا دو سال باقی می‌ماند. در این موارد می‌توان به‌جای BHC از لیندین استفاده کرد زیرا اثر نامطلوب بر جای نمی‌گذارد. همچنین از لیندین می‌توان علیه آفات متعددی شامل شته‌ها، زنجره‌ها، تریپس‌ها، سن‌ها، سخت‌بالپوشان، لارو پروانه‌ها، آفات انباری، حشرات خانگی و حتی در گلخانه‌ها (به‌صورت تدخینی) استفاده کرد. البته ذکر این نکته ضروری است که امروزه کاربرد اغلب سموم کلره و از جمله لیندین منسوخ شده است و از این ترکیبات فقط در موارد بسیار خاص می‌توان استفاده کرد.

علاوه بر BHC و لیندین، پنتاکلروفنل (PCP) سم دیگری از مشتقات بنزن است که در مبارزه با موریانه‌ها و حشرات چوب‌خوار به‌کار می‌رود. این ترکیب همچنین به‌عنوان قارچ‌کش (Fungicide)، علف‌کش (Herbicide) و برگ ریز (Defoliant) نیز کاربرد دارد. پنتاکلروفنل به‌صورت نمک سدیم وجود داشته و نحوه اثر آن نیز مانند BHC بر هم زننده تعادل یون‌های سدیم و پتاسیم است.

۵-٤ گروه سیکلودین‌ها (Cyclodien Compounds)

این گروه از حشره‌کش‌ها به حشره‌کش‌های دینوارگانوکلراین (Dieneorganochlorine) موسوم بوده و گروه بسیار مهمی از ترکیبات کلره حلقوی هستند که به شدت کلره شده و یک بنیان متان داخل حلقه به دو کربن مقابل مانند یک پل متصل می‌شود. این ترکیبات این امتیاز مهم را دارند که علاوه بر خاصیت حشره‌کشی، پایداری بسیار زیادی در طبیعت دارند به‌طوری که بیشترین پایداری را در بین سایر سموم آفت‌کش دارا هستند و لذا در شرایطی که پایداری بسیار زیاد سم مدنظر باشد، سیکلودین‌ها کاربرد دارند. ویژگی دیگر آن‌ها این است که بر خلاف سایر ترکیبات دیگر کلره فاقد خاصیت تجمعی هستند و به این ترتیب در بسیاری از موارد توانسته‌اند جانشین د.د.ت و ترکیبات مشابه دیگر شوند. این گروه از سموم بخصوص در مبارزه با آفات ریشه، آفات محصولاتی که مصرف غذایی ندارند (مانند پنبه)، کنترل ملخ و همچنین مبارزه با آفات بهداشتی مانند پشه مالاریا (Anophel spp.) و انواع مگس‌ها کاربرد دارند. در دامداری‌ها نیز برای سمپاشی ساختمان و محوطه دامداری کاربرد زیادی دارند. در گروه

سیکلودین‌ها، ترکیبات بسیار متعددی معرفی شده‌اند که علی‌رغم تمام محدودیت‌هایی که برای د.د.ت و آنالوگ‌های آن در کشورهای مختلف اعمال شده است، این گروه از سموم از شهرت و امتیاز به مراتب بیشتری برخوردار هستند.

پایه و اساس ترکیبات سیکلودین، مولکول هگزاکلرو سیکلوپنتادین (Hexachloro Cyclopentadien) است که توسط دو شیمیدان آلمانی به‌نام‌های دیبلز و آلدر (Diels & Alder) سنتز شد و به‌نام واکنش دیبلز ـ آلدر نیز معروف شده است. همچنین دو حشره‌کش آلدرین (Alderin) و دیلدرین (Di Alderin) که به گروه سیکلودین‌ها تعلق دارند، از نام دو دانشمند مزبور اقتباس شده‌اند. ساختمان شیمیایی و نام‌گذاری سیکلودین‌ها پیچیده است. این ترکیبات دارای ساختمان سه بعدی بوده و به این جهت دارای ایزومرهای فضایی (Stereoisomers) هستند. در سیکلودین‌ها یک یا دو عدد پل متان (Methano-bridge) وجود دارد که یکی از آن‌ها در حلقه کلردار و دیگری در حلقه بدون کلر ایفای نقش می‌کنند.

سیکلودین‌ها عموماً ترکیباتی Equitoxic هستند، به این معنی که سمیت آن‌ها برای حشرات، پستانداران، پرندگان و ماهی‌ها یکسان است و با مقدار یکسان در واحد وزن این جانوران (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن) سمیت مشابه ایجاد می‌کنند. نکته حائز اهمیت اینکه اغلب ترکیبات این گروه دارای خاصیت غده‌زایی هستند.

نحوه اثر سیکلودین‌ها به این ترتیب است که روی اعصاب تأثیر گذاشته (Neurotoxicant هستند) و دارای اثرات مشابه د.د.ت و HCH هستند. این حشره‌کش‌ها تمام جانوران را به روش یکسانی مسموم می‌کنند، به‌طوری که تأثیر آن‌ها ابتدا با فعالیت شدید عصبی جانور مسموم همراه بوده و سپس تپش شدید قلب، تشنج و در نهایت مرگ را به دنبال خواهد داشت. سیکلودین‌ها بدون تردید تعادل یون‌های سدیم و پتاسیم داخل سلول‌های عصبی را به روش دیگری غیر از آنچه که در مورد د.د.ت بیان شد، بر هم می‌زنند. این گروه از سموم معمولاً سریع عمل نمی‌کنند و مدت زمانی نیاز است تا علایم مسمومیت بروز کند که این زمان به زمان تأخیر (Latent Period) موسوم است. علت وجود زمان تأخیر در سیکلودین‌ها این است که این ترکیبات پس از ورود به بدن جانور هدف باید به فرم فعال خود تبدیل شوند. به عنوان مثال، آلدرین پس از ورود به بدن جانور باید به فرم فعال خود یعنی دی‌آلدرین (Di Alderin) تبدیل شود و به این ترتیب اثرات قطعی خود را اعمال می‌کند. مهم‌ترین سیکلودین‌ها عبارتند از:

۱-۴-۵ آلدرین[1] ($C_{12}H_8Cl_6$)

آلدرین ترکیبی جامد، متبلور و سفید رنگ است که در دمای 103 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. فشار بخار آن در دمای 25 درجه سانتی‌گراد، 6×10^{-6} میلی‌متر جیوه است. در آب تقریباً نامحلول است اما در حلال‌های آلی حل می‌شود. آلدرین تجاری به رنگ قهوه‌ای است و حدود 58% کلر دارد. آلدرین در شرایط هوای معمولی و در مجاورت هوا، نور و خاک پس از چند روز اکسید شده و به ترکیب دیگری به‌نام دی‌آلدرین یا آپوکسی آلدرین (Apoxi Alderin یا Di Alderin) تبدیل می‌شود که دوام و مقاومت آن در طبیعت به مراتب بیشتر از خود آلدرین است. آلدرین در مقابل محیط‌های قلیایی و اسیدی رقیق مقاوم است اما در اسیدهای غلیظ خیر، همچنین با بسیاری از قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها سازگار است و روی گیاهان نیز در صورتی که با دز توصیه شده به‌کار رود، سوختگی ایجاد نمی‌کند. سمیت آن برای جانوران خونگرم نسبتاً زیاد است (LD50=55 – 60mg/kg) و از طریق تماسی، گوارشی و تنفسی موجب مسمومیت پستانداران می‌شود. علائم مسمومیت و راه‌های درمان آن مشابه د.د.ت می‌باشد. آلدرین به شکل‌های پودر، امولسیون و محلول به بازار عرضه می‌شود و مهم‌ترین مورد مصرف آن ضدعفونی خاک است که پودر وتابل 40% آن به مقدار 10 کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت به‌کار می‌رود و با دیسک به عمق 10 تا 15 سانتی‌متری خاک فرستاده می‌شود. روش دیگر در ضدعفونی خاک با استفاده ار آلدرین این است که 10 کیلوگرم از آن را در 1000 لیتر آب ریخته و پس از کاشت، در دو طرف خطوط کاشت می‌پاشند. برای ضد عفونی بذور، مقدار 500 گرم آلدرین 40% را با 200 کیلوگرم بذر مخلوط کرده و سپس بذور ضدعفونی شده را می‌کارند. برای ضد عفونی ریشه نهال‌های جوان، 15 گرم پودر وتابل 40% را در 10 لیتر آب حل می‌کنند و سپس ریشه نهال‌ها را قبل از نشا به مدت 10 دقیقه در آن غوطه‌ور می‌کنند. برای مبارزه با آفات ریشه درختان میوه، محلول دو در هزار از امولسیون 40% آن‌را تهیه کرده و سپس در حدود 15 الی 30 لیتر از این محلول را نسبت به کوچکی و بزرگی درخت در اطراف طوقه می‌ریزند. برای مبارزه با آبدزدک در چمن‌کاری‌ها و گلکاری‌ها، آلدرین 40% را به نسبت 2.5 در هزار تهیه کرده و همراه با آب آبیاری به زمین می‌دهند. علاوه بر موارد مذکور، آلدرین برای دفع بعضی آفات زراعی و کنترل حشرات خانگی، ضد عفونی انبارها و اصطبل‌ها نیز به‌کار برده می‌شود. ضمناً برای مبارزه با موش صحرایی نیز مؤثر است که در بخش جونده‌کش‌ها توضیحات کافی ارائه خواهد شد.

در مواردی که آفات نسبت به د.د.ت مقاومت نشان داده‌اند، ترکیباتی مانند آلدرین به‌کار گرفته شده است که برای مدتی اثرات بسیار مطلوبی داشتند اما ثابت شد که آفات به مرور زمان نسبت به آلدرین نیز مقاومت نشان دادند و مدت زمان بروز این گونه مقاومت‌ها به مراتب کمتر از مدتی است که برای

1- Alderin

مقاومت نسبت به د.د.ت لازم بوده است. زیرا اگر آفتی نسبت به یک ترکیب مقاوم شده باشد، چنانچه ترکیب دیگری به‌کار رود که از آنالوگ‌های ترکیب اول باشد، آفت مزبور نسبت به ترکیب دوم خیلی زودتر مقاومت نشان می‌دهد، زیرا مقاومت اصلی، در واقع قبلاً ایجاد شده است که این حالت به مقاومت تقاطعی (Cross Resistance) موسوم است.

۲-۴-۵ دی‌آلدرین[۱] ($C_{12}H_8Cl_6O$)

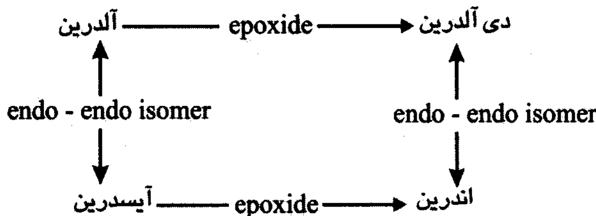
دی‌آلدرین با نام تجاری Octalox®، در سال ۱۹۵۲ و تحت عنوان Heod® سنتز شد و یکی از بادوام‌ترین سموم حشره‌کش است که تاکنون سنتز شده است. نوع خالص این سم، ماده‌ای جامد، متبلور، سفید رنگ و بدون بو است که در دمای 17 تا 33 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. فشار بخار آن در دمای 20 درجه سانتی‌گراد حدود 1.8×10^{-7} میلی‌متر جیوه می‌باشد. نوع تجاری آن (Di Alderix®) به رنگ قهوه‌ای است و در 93 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود و حاوی 76% دی‌آلدرین خالص است. دی‌آلدرین در آب نامحلول است اما در حلال‌های آلی حل می‌شود که نسبت حلالیت آن در حلال‌های آلی به مراتب کمتر از آلدرین است و به همین دلیل پایداری آن بیشتر از آلدرین می‌باشد. دی‌آلدرین فقط در محیط‌های اسیدهای غلیظ و تحت اثر اشعه ماوراء بنفش تجزیه می‌شود و با بسیاری از حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها قابل ترکیب می‌باشد. سمیت دی‌آلدرین برای پستانداران مشابه آلدرین است (LD50= 60mg/kg) و علائم مسمومیت و درمان نیز مشابه د.د.ت است.

در رابطه با موارد کاربرد دی‌آلدرین، در شرایطی که دوام و پایداری سم مدنظر باشد از این ترکیب استفاده می‌شود. برای مبارزه با آفات ریشه و موریانه‌ها می‌توان از محلول 5% آن استفاده کرد که در رابطه با موریانه‌ها، در و دیوار، سقف، چوب و تمام اشیا را با محلول مزبور سمپاشی می‌کنند. برای مبارزه با حشرات خانگی مانند مورچه‌ها و سوسری‌ها از محلول 1% دی‌آلدرین پودر وتابل 50% تهیه کرده و به مقدار یک لیتر برای هر پنج متر مربع مصرف می‌شود. برای مبارزه با انواع پشه‌ها و مگس‌ها بخصوص پشه آنوفل بسیار مؤثر است و برای این منظور محلول یک تا چهار درصد از پودر 5% دی‌آلدرین تهیه می‌شود. برای مبارزه با لارو پشه‌ها در آب‌های راکد و نیزارها می‌توان از گرانول 5% دی‌آلدرین به نسبت 25 کیلوگرم در هکتار استفاده کرد. همچنین به منظور مبارزه علیه آفات انباری نیز می‌توان از محلول یک تا دو درصد دی‌آلدرین برای سمپاشی در و دیوار انبارها استفاده کرد.

1- Di Alderin

۳-۴-۵ اندرین[1] ($C_{12}H_8Cl_6O$)

اندرین با نام‌های تجاری ®Endrex و ®Hexadrine، یکی از ایزومرهای آلدرین است که در نتیجه اکسید شدن آلدرین حاصل می‌شود. از طرف دیگر، اندرین ایزومر نوری یا ایزومر endo-endo دی‌آلدرین نیز می‌باشد که فقط از نظر تنظیم دو حلقه فرق می‌کند. دوام اندرین کمتر از آلدرین و دی‌آلدرین است اما خواص حشره‌کشی آن مشابه ترکیبات مذکور است. اندرین خالص جسمی متبلور و سفید رنگ است که در دمای 200 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. اندرین صنعتی قهوه‌ای روشن یا زرد رنگ است و 92% ماده خالص دارد که از نظر شیمیایی شباهت زیادی به دی‌آلدرین دارد اما در مقابل نور و حرارت سریعاً تجزیه می‌شود. از لحاظ سمیت، اندرین فوق‌العاده سمی است (LD50=11mg/kg) و از طرق مختلف گوارشی، جلدی و تنفسی موجب مسمومیت شدید جانوران می‌شود. البته میزان سمیت آن در نوع تجاری کمتر می‌باشد (LD50=35mg/kg). لازم به توضیح است که آیسدرین نیز مانند اندرین یکی از ایزومرهای endo-endo آلدرین است که البته در کشاورزی کاربرد ندارد و فقط در کارخانجات ساخت سموم برای تولید اندرین به‌کار می‌رود (شکل ۸-۵). تأثیر سمی آیسدرین مشابه اندرین است.



شکل ۸-۵ مراحل مختلف سنتز و تبدیل آلدرین، دی‌آلدرین و اندرین از آیسدرین

موارد کاربرد اندرین به این ترتیب است که در درجه اول برای مبارزه با لارو پروانه‌ها بخصوص در زراعت‌هایی مانند پنبه، نیشکر و چغندر قند به‌کار می‌رود، اما چون دوام زیادی ندارد سمپاشی باید به‌طور مرتب تکرار شود. این حشره‌کش نیز به‌دلیل آنکه طیف وسیع حشره‌کشی دارد، به‌طور سریع باعث طغیان کنه‌های گیاهی می‌شود و لذا توصیه می‌شود که هنگام مصرف با یک کنه‌کش اختصاصی مخلوط شود.

۴-۴-۵ اندوسولفان[2] ($C_9H_6Cl_6O_3S$)

مهم‌ترین نام تجاری اندوسولفان، تیودان (®Thiodan، ®Beosit، ®Malix، ®Timol، ®Thionex و

1- Endrin
2- Endosulfan

($Cyclodane^{®}$) می‌باشند. اندوسولفان به دلیل دارا بودن یک اتم گوگرد (S) جزء سموم سولفاته نیز محسوب می‌شود. حشره‌کشی تماسی و گوارشی است که غیرسیستمیک بوده و پس از سمپاشی حدود ده روز دوام خود را حفظ می‌کند و جزء سموم پرخطر است (LD50= 80mg/kg). این حشره‌کش از دو ایزوومر تشکیل شده است که در دماهای 106 و 212 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شوند. این ترکیب به سرعت در بدن متابولیزه شده و دفع می‌شود و لذا اگر جانورانی که سم وارد بدن آن‌ها شد تا یک ساعت تلف نشوند، از خطر مرگ رهایی می‌یابند. معمولاً به‌صورت امولسیون غلیظ 35% عرضه می‌شود و به میزان 2.5 تا 3 لیتر در هکتار قابل توصیه است. این حشره‌کش برای مبارزه با کرم غوزه پنبه (Heliothis armigera)، کارادرینا (Caradrina exigua)، سفید بالک پنبه (Bemisia tabaci)، پسیل گلابی (Psylla pyricola)، سن‌های ناقل بیماری Nematospora در پسته، سوسک سرشاخه‌خوار پسته (Chaetoptelius vestitus) و سوسک کلرادو (L. decemlineata) به‌کار می‌رود. اندوسولفان علاوه بر خاصیت حشره‌کشی دارای خاصیت کنه‌کشی نیز می‌باشد و همچنین در مواردی که نیاز به خاصیت سیستمیک سم نباشد، بخصوص در رابطه با شته‌هایی که ایجاد پیچیدگی برگ نمی‌کنند، قابل توصیه می‌باشد. اندوسولفان یا تیودان یکی از سموم بسیار کم‌خطر برای زنبور عسل می‌باشد، زیرا زنبور عسل از بوی نامطلوب آن به شدت اجتناب می‌کند و روی گیاهان آغشته به سم مزبور فعالیت نمی‌کند.

۵-۴-۵ کلردان[1] ($C_{10}H_6Cl_8$)

کلردان را با نام اکتاکلر ($Octachlor^{®}$) نیز می‌شناسند. این ترکیب دارای 60% کلر خالص است. نوع تجاری آن مایع قهوه‌ای غلیظ می‌باشد که در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی محلول است و در برابر حرارت و مواد قلیایی حساس است، اما قدرت تصعید چندانی ندارد و دارای ایزومرهای متعددی شامل آلفا، بتا، گاما، هگزا و هپتا است که خواص حشره‌کشی آن‌ها بر حسب نوع ایزومر متفاوت می‌باشد. نوع صنعتی کلردان دارای حدود 60% از ایزومرهای آلفا و بتاست. کلردان به طریق گوارشی و تماسی باعث مسمومیت حشرات می‌شود. این ترکیب برای دفع حشرات خانگی به نسبت 2.5%، برای مبارزه با آفات ریشه به مقدار 5 تا 10 کیلوگرم در هکتار، برای مبارزه با انواع موریانه‌ها، آبدزدک، آگروتیس و ملخ به‌صورت محلول 2% یا طعمه مسموم به‌کار می‌رود. سمیت کلردان برای پستانداران به مراتب کمتر از آلدرین می‌باشد (LD50=225 -590 mg/kg).

1- Chlordane

۵-۴-۶ هپتاکلر[1] ($C_{10}H_5Cl_7$)

هپتاکلر با نام‌های تجاری ®Drinox، ®Heptamol، ®Heptox و ®Heptagran، از لحاظ ترکیب شباهت زیادی به کلردان دارد، اما قدرت حشره‌کشی آن به مراتب بیشتر است (3 تا 5 برابر کلردان). از لحاظ خواص فیزیکی، جسمی جامد، سفید و متبلور است که در دمای 95 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. نوع صنعتی دارای حدود 70% کلر خالص بوده و در 46 تا 74 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. این ترکیب در شرایط معمولی به مراتب مقاوم‌تر و پایدارتر از کلردان است و تا 160 درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند و در مقابل نور، رطوبت، حرارت، اسیدها و بازها مقاوم بوده و قدرت سازگاری بالایی با سایر آفت‌کش‌ها دارد، به طرق مختلف گوارشی، تماسی و تدخینی روی حشرات مؤثر است و سمیت آن برای پستانداران نسبتاً زیاد است (LD50=90mg/kg). این ترکیب در بافت‌های جانوری به Epoxide تبدیل می‌شود که سمی‌تر از ترکیب اصلی است. هپتاکلر برای مبارزه با آفات پنبه، آفات علوفه، آفات ریشه گیاهان زراعی و درختان میوه و نیز روی گیاهان زراعی به سهولت قابل کاربرد است و در صورتی که با دز مناسب به‌کار رود، باعث سوختگی گیاه نمی‌شود. کاربرد این حشره‌کش جهت ضدعفونی بذور ذرت و چغندر قند حدود 2 تا 5 کیلوگرم در هر تن است.

۵-۴-۷ تلودرین (Telodrin)

تلودرین، ماده‌ای جامد و به‌صورت پودر سفید رنگ است که در آب نامحلول اما در اغلب حلال‌های آلی حل می‌شود. نقطه ذوب آن در دمای 248 تا 275 درجه سانتی‌گراد است و به طرق مختلف گوارشی و تماسی باعث مسمومیت حشرات می‌شود. تلودرین سمی بسیار خطرناک برای پستانداران می‌باشد (LD50=8.4mg/kg) که عمدتاً برای مبارزه با آفات ریشه بخصوص در زراعت‌های ذرت، یونجه و شبدر به نسبت یک کیلوگرم در هکتار به‌کار می‌رود. اگرچه قدرت حشره‌کشی آن به مراتب بیشتر از آلدرین است، اما دوام آن کمتر است و در محیط‌های قلیایی به تدریج تجزیه می‌شود. این ترکیب روی بسیاری از شته‌ها و نیز لارو پروانه‌ها (بخصوص برگ‌خوارها) اثر مطلوبی دارد. همچنین در دفع آفات پنبه، چغندر و علوفه حائز اهمیت می‌باشد. تلودرین تا 25 روز بعد از سمپاشی اثر خود را حفظ می‌کند و چنانچه به نسبت توصیه شده مصرف شود، تأثیر سوء روی گیاهان ندارد و با اغلب حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها قابل ترکیب است.

1- Heptachlor

۸-۴-۵ آلودان (Alodan)

آلودان با اثر بسیار خفیف روی جانوران خونگرم (LD50=15000mg/kg)، جهت مبارزه علیه آفات انباری (بخصوص شپشه گندم، Sitophilus granarius) ترکیبی کارآمد محسوب می‌شود که برای این منظور آن‌را به نسبت یک در هزار (یک کیلوگرم سم به‌صورت مخلوط با یک تن غله) به‌کار می‌برند. این سم علیه پارازیت‌های خارجی دام‌ها به دو صورت شستشو (Alodan Wash) و گردپاشی (Alodan Powder) کاربرد دارد. آلودان شستشو به دو صورت حمام (2 در هزار) و سمپاشی (5 در هزار) جهت دفع تمام پارازیت‌های خارجی دام‌ها به‌کار رفته و خصوصیت مهم آن عدم تحریک پوست بدن و نیز عدم تأثیر روی مخاط است. بنابراین در صورتی که جانور بدن سمپاشی شده خود را لیس بزند، مسموم نمی‌شود. سمپاشی باید تا دو هفته بعد تکرار گردد تا در این فاصله اگر مجدداً تخم‌های پارازیت‌ها تفریخ شدند، از بین بروند. با آلودان شستشو (5 در هزار)، اصطبل‌ها را نیز می‌توان سمپاشی کرد. برای کنترل پارازیت‌های خارجی پرندگان، آلودان را به نسبت 1 به 10 با پودرهای بی‌اثر مخلوط کرده و در لابه‌لای پرهای پرندگان اسپری می‌کنند.

۹-۴-۵ میرکس[1] ($C_{10}Cl_{12}$)

میرکس، جامدی متبلور است که در دمای 485 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. سمیت آن نسبت به توکسافن بسیار کمتر است (LD50=300 mg/kg) اما بسیاری از خواص توکسافن را دارد. میرکس یکی از سموم مهم نرم‌تن‌کش می‌باشد و همچنین به دلیل دارا بودن پایداری بالا، برای مبارزه با مورچه، گوش‌خیزک و کرم‌های مفتولی (Col.: Elateridae) نیز به‌کار گرفته می‌شود. با توجه به اثبات خاصیت سرطان‌زایی میرکس، مصرف آن به‌طور کامل ممنوع شده است.

۱۰-۴-۵ کپون (Kepone®)

کپون نام تجاری ترکیب کلردکون (Chlordecone) است که سمیت آن تا حدودی بیشتر از دو ترکیب قبلی اما کمتر از توکسافن است (LD50=95mg/kg). مزیت کپون این است که علاوه بر زمینه‌های کاربردی توکسافن، خاصیت کنه‌کشی نرم‌تن‌کشی نیز دارد.

1- Mirex

۵-۵ گروه پلی‌کلروترپن‌ها (Polychloroterpens)

فرمول ساختمانی این گروه از ترکیبات کلره دقیقاً مشخص نیست و از ایزومرهای متعددی تشکیل شده‌اند. حشره‌کش‌های توکسافن (Toxaphen)، استروبان (Strobane) از معروف‌ترین سموم این گروه محسوب می‌شوند که در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱-۵-۵ توکسافن[1] ($C_{10}H_{10}Cl_8$)

نام‌های تجاری توکسافن شامل Comphechlor® و Hercules® می‌باشد. توکسافن از سموم کلره است که 69% کلر خالص داشته و برای مبارزه با آفات پنبه حائز اهمیت است. در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی به مقادیر مختلف حل می‌شود. در شرایط معمولی پایداری نسبتاً خوبی دارد اما در شرایط قلیایی و تابش مستقیم آفتاب و حرارت‌های بالاتر از 15 درجه سانتی‌گراد تجزیه شده و اسید کلریدریک (HCl) آزاد می‌کند. از نظر خواص حشره‌کشی، بسیار به کلردان شباهت دارد و با دزهای توصیه شده روی گیاهان هیچ اثر نامطلوبی ندارد. البته بعضی از گیاهان بخصوص خانواده Cucurbitaceae نسبت به این سم حساسیت دارند و برگ‌ها و میوه‌های آن‌ها بر اثر کاربرد سم مذکور به تدریج زرد شده و ریزش می‌کنند. این ترکیب با اغلب حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌های غیرقلیایی قابل ترکیب است و سم نسبتاً بادوامی است و یکی از علل کاربرد آن روی آفات پنبه به همین دلیل می‌باشد. اشکالی که در مورد این ترکیب وجود دارد این است که خاصیت Cumulative دارد و در بدن انسان و دام تجمع می‌یابد که به همین دلیل آن را روی گیاهان علوفه‌ای و نیز محصولاتی که خیلی زود به مصرف انسان و دام می‌رسند، نباید به‌کار برد. این سم به طرق گوارشی و تماسی باعث مسمومیت می‌شود و جزء سموم پرخطر محسوب می‌شود (LD50=60mg/kg). توکسافن عمدتاً برای مبارزه با آفات پنبه از جمله کرم غوزه، زنجرک، کارادرینا و انواع حشرات مکنده به‌کار می‌رود. همچنین در برخی از کشورهای آفریقایی، برای مبارزه با ملخ‌های بومی و گاهی ملخ‌های مهاجر کاربرد دارد. کاربرد آن به صورت‌های محلول‌پاشی، پودرپاشی و طعمه مسموم می‌باشد. علی‌رغم سمیت کم توکسافن، ماهی‌ها نسبت به آن بسیار حساس هستند و لذا از کاربرد آن در حاشیه رودخانه‌ها و سایر محیط‌های آبی باید اجتناب کرد.

1- Toxaphen

۲-۵-۵ استروبان[1] ($C_{10}H_{11}Cl_7$)

استروبان، مایعی غلیظ و به رنگ زرد روشن است که از لحاظ ترکیب بسیار شبیه به توکسافن است و دارای 65% کلر می‌باشد، اما نسبت به توکسافن سه مزیت مهم دارد که عبارتند از:

۱- ارزان‌تر بوده و راحت‌تر تهیه می‌شود.

۲- دوام آن به مراتب بیشتر است.

۳- سمیت آن بسیار کمتر است (LD50=250mg/kg).

به همین جهت این ترکیب در سال‌های اخیر در بسیاری از مناطق دنیا رایج شده و به‌جای توکسافن به‌کار برده می‌شود. استروبان علی‌رغم اینکه کنه‌کش و حشره‌کش کارآمدی است اما به علت ایجاد غده کبدی (Hepatoma)، مصرف آن به‌طور کامل ممنوع شده است.

1- Strobane

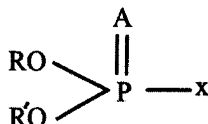
فصل ششم

حشره‌کش‌های آلی مصنوعی - ترکیبات فسفره
(Organophosphorine Insecticides = OP's)

سموم فسفره که دارای فرمول عمومی مشابه بوده و در ساختمان آن‌ها اتم فسفر به‌کار رفته است (شکل ۱-۶)، جزء مهم‌ترین سموم آفت‌کش در جهان هستند و دارای نام‌های متعددی شامل فسفات‌های آلی، حشره‌کش‌های فسفاته، استرهای فسفر، استرهای اسید فسفریک و مواد نزدیک به گازهای عصبی می‌باشند. عامل حشره‌کشی این ترکیبات در زمان جنگ جهانی دوم و هنگام مطالعه مواد نزدیک به گازهای عصبی مانند سارین (Sarin)، سومان (Soman) و تابون (Tabun) در آلمان کشف شد. این ترکیبات بعد از آشنا شدن بشر به مشکلات کاربرد سموم کلره، جایگزین آن‌ها شدند. سموم فسفره بخصوص در مناطقی که د.د.ت و ترکیبات مشابه آن مشکلاتی را برای انسان به‌وجود آوردند، نقش بسیار مؤثری ایفا نموده و مصرف آن‌ها رو به فزونی گذاشت. تاکنون صدها ترکیب فسفره آفت‌کش با اسامی مختلف صنعتی یا تجاری به بازار عرضه شده‌اند که هر کدام دارای زمینه‌های کاربردی مشخصی بوده و نیز محاسن و معایبی دارند. سموم فسفره در مقایسه با سموم کلره دارای دو ویژگی مهم هستند، اول اینکه سمیت بیشتری در مقایسه با ترکیبات کلره دارند و دوم اینکه دوام و پایداری آن‌ها در طبیعت کمتر از سموم کلره است.

آنچه که در مورد تمام ترکیبات فسفره صادق است اینکه، مکانیسم اثر این ترکیبات با سموم کلره تا حدودی متفاوت می‌باشد، به‌طوری که این سموم اساساً روی سیستم عصبی تأثیر می‌گذارند و با از بین بردن آنزیم کولین استراز (Cholinestrase) موجب تشنج‌های شدید جانور هدف می‌شوند. آنزیم کولین استراز در محل سیناپس‌های عصبی ماده دیگری به‌نام استیل‌کولین (Acetylcholin) را از بین می‌برد و مانع تحریکات عصبی می‌شود. بنابراین با عمل سموم فسفره، استیل‌کولین در محل سیناپس‌ها تجمع یافته و باعث عبور تحریکات عصبی از محل سیناپس‌ها می‌شود که این امر باعث تشنج، تتانوز و

نهایتاً مرگ جانور می‌شود. سموم فسفره آفت‌کش به طرق مختلف تماسی، گوارشی و تدخینی می‌توانند وارد بدن موجود زنده شده و عمل کنند.



شکل ۱-۶ ساختار کلی ترکیبات فسفره که دارای اتم فسفر (P) در مرکز ساختمان بوده و سایر اتم‌ها به آن متصل هستند.

اگرچه تعداد ترکیبات فسفره سنتز و عرضه شده بسیار قابل ملاحظه می‌باشد اما در این مبحث فقط تعدادی از گروه‌های مهم که حائز اهمیت هستند، معرفی شده و از هر گروه یک یا چند ترکیب مهم معرفی می‌شوند.

۱-۶ گروه پیرو فسفات‌ها و ترکیبات مشابه

۱-۱-۶ تترا اتیل پیرو فسفات[1] ($C_8H_{20}O_7P_2$)

TEPP یکی از قدیمی‌ترین سموم فسفره فرموله شده می‌باشد که به بازار عرضه شده است. ماده خالص آن مایعی بی‌رنگ و بی‌بو است که در آب و اغلب حلال‌های آلی قابل حل است. پس از حل شدن در آب به سرعت هیدرولیز شده و با تبدیل به اسید فسفریک، خاصیت حشره‌کشی خود را از دست می‌دهد، بنابراین باید بلافاصله آن را به‌کار برد. به‌واسطه دوام کم، زمینه‌های کاربرد آن محدود می‌باشد و عمدتاً روی محصولاتی مانند سبزیجات که سریعاً مورد مصرف قرار می‌گیرند، به‌کار برده می‌شوند. برای تهیه TEPP، یک مولکول اکسی‌کلرورفسفر را با پنج مولکول تری‌اتیل‌فسفات ترکیب می‌کنند که در نتیجه ترکیبی با چهار بنیان اتیل، هفت اتم اکسیژن و دو اتم فسفر تولید می‌شود (شکل ۲-۶). این سم علاوه بر اینکه از نظر فرصت یا زمان کاربرد حائز اهمیت است، از این نظر نیز مهم است که جزء خطرناک‌ترین سموم فسفره می‌باشد و در گذشته حتی در جنگ‌های انسانی نیز از آن استفاده می‌شد. با توجه به سمیت بسیار بالای آن (LD50= 5.2mg/kg)، کاربرد آن امروزه در اغلب کشورهای جهان ممنوع است. با توجه به اینکه TEPP در مجاورت رطوبت سریعاً تجزیه شده و اسید فسفریک تولید می‌کند، لذا باید در مخازن غیر قابل نفوذ به رطوبت و ترجیحاً در ظروف شیشه‌ای، استیل یا نیکلی نگهداری شود. معمولاً به‌صورت امولسیون 40% و با نام‌های تجاری ®Nifost، ®Agrotopp، ®Neotox، ®Bladan و

1- Tetra Ethyl Piro Phosphate (TEPP)

®Vapotone در بازار وجود دارد. همچنین ماده دیگری بنام ®Bladafume در بازار وجود دارد که ماده مؤثر آن Sulfo TEPP بوده و به‌صورت فشنگ‌های تدخینی در گلخانه‌ها به‌کار می‌رود.

$$(C_2H_5O)_2P(=O)-O-P(=O)(OC_2H_5)_2$$

TEPP

شکل ۲-۶ تترا اتیل پیروفسفات (TEPP) که از ترکیب یک مولکول اکسی کلرور فسفر با پنج مولکول تری اتیل فسفات سنتز می‌شود.

۲-۱-۶ شرادان[1] ($C_8H_{24}N_4O_3P_2$)

شرادان با نام تجاری ®Ompa به بازار عرضه شده است. این ترکیب از این نظر مهم است که اولین سم فسفره سیستمیک می‌باشد که به بازار عرضه شد و در آن زمان چنین ترکیباتی فوق‌العاده مطلوب و با ارزش بودند. شرادان به‌صورت مایعی بی‌رنگ و بی‌بو است که در آب و نیز اغلب حلال‌ها قابل حل است و پایداری آن نیز در آب نسبتاً خوب است. فشار بخار آن 10^{-3} میلی‌متر جیوه می‌باشد. این ترکیب برای اغلب حشرات مکنده مانند شته‌ها، پسیل‌ها و نیز علیه کنه‌ها مؤثر است. شرادان جزء سموم بسیار خطرناک است (LD50=5 -55mg/kg) و دوام زیادی نیز دارد، به‌طوری که حتی تا 45 روز بعد از سمپاشی اثرات آن باقی می‌ماند.

۲-۶ گروه فسفرو هالیدها، سیانیدها و ترکیبات مشابه

اغلب ترکیبات این گروه جزء سموم گازی هستند و در جنگ جهانی دوم به عنوان سلاح‌های شیمیایی با غلظت‌های کم (1 ppm) مصرف می‌شدند، مانند سموم گازی DFD و Tabun که توسط محققین انگلیسی ساخته شدند. با توجه به اینکه اغلب ترکیبات این گروه به‌صورت گاز می‌باشند، لذا ارزش حشره‌کشی چندانی ندارند، اما تعداد معدودی از ترکیبات این گروه مانند دیمفوکس (Dimefox) و میپافوکس (Mipafox) دارای خاصیت حشره‌کشی می‌باشند که به اختصار بررسی می‌شوند.

1- Schradan

۶-۲-۱ دیمفوکس[1] ($C_4H_{12}FN_2OP$)

دیمفوکس با نام تجاری ®Pestox 14، دارای فشار بخار نسبتاً بالایی است (0.01 میلی‌متر جیوه)، لذا سریعاً تبخیر می‌شود و نیز در اغلب حلال‌ها و از جمله آب حل می‌شود. با توجه به ارزانی تهیه و سیستمیک بودن آن و نیز سمیت فوق‌العاده آن برای حشرات (LD50=5mg/kg)، جزء سمومی است که جهت مبارزه علیه آفات ریشه و نیز آفات مکنده به‌کار می‌رود.

۶-۲-۲ میپافوکس (Mipafox)

میپافوکس، با نام‌های تجاری ®Isopestox و ®Pestox 15 و با قدرت تبخیر کمتر از دیمفوکس به عنوان یکی از سموم فسفره سیستمیک علیه آفات مکنده بخصوص حشرات راسته جوربالان به‌کار گرفته می‌شود.

۶-۳ گروه دی‌الکیل آریل فسفات‌ها

گروه دی‌الکیل آریل فسفات‌ها جزء مهم‌ترین گروه‌های سموم فسفره هستند. خصوصیت اصلی این گروه از سموم، بخصوص فسفروتیوآت‌ها و فسفرودی‌تیوآت‌ها این است که در بافت‌های گیاهی و جانوری تبدیل به ترکیبات فسفات و فسفروتیونات می‌شوند که سمیت آن‌ها به مراتب بیشتر از ترکیب اولیه می‌باشد. این سموم، ضد آنزیم کولین‌استراز هستند و اغلب به‌صورت فسفروتیوآت می‌باشند و در داخل بافت گیاه به ترکیبات فسفات تبدیل می‌شوند که به این ترتیب خاصیت سمی آن‌ها تشدید می‌شود. نکته حائز اهمیت دیگر اینکه، دوام ترکیبات فسفات کمتر از فسفروتیوآت است و ترکیبات فسفات به‌خوبی ترکیبات فسفرو تیوآت در کوتیکول حشرات نفوذ نمی‌کنند، به همین دلیل ابتدا آن‌را به‌صورت فسفروتیوآت فرموله می‌کنند. تعدادی از سموم مهم در گروه دی‌الکیل‌آریل‌فسفات‌ها در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۶-۳-۱ پاراتیون[2] ($C_{10}H_{14}NO_5PS$)

پاراتیون (شکل ۳-۶) با نام‌های تجاری ®Bladan، ®Thiophos، ®Ekatox، ®Folidol و ®Niran، مایعی بی‌رنگ و بی‌بو است که نوع صنعتی آن به رنگ قهوه‌ای تیره و با بویی شبیه بوی سیر می‌باشد و در آب به مقدار اندک اما در اغلب حلال‌های آلی به خوبی حل می‌شود. در حرارت‌های عادی و در pH بین 4 تا

1- Dimefox
2- Parathion

8 ثبات کامل دارد اما در محیط‌های قلیایی شدید و نیز در حرارت بیش از 150 درجه سانتی‌گراد تجزیه می‌شود. فشار بخار آن در 20 درجه سانتی‌گراد حدود 0.06×10^{-5} میلی‌متر جیوه است. این ترکیب به طرق مختلف تماسی، گوارشی و تدخینی اثر می‌کند، اما بیشترین تأثیر آن از طریق تماسی است زیرا یک ترکیب فسفروتیوآت بوده و به راحتی از جلد حشرات عبور می‌کند. به علاوه شدت تأثیر آن روی حشرات با درجه حرارت محیط، غلظت سم و مدت زمان کاربرد رابطه مستقیم دارد. پاراتیون پس از ورود به بافت میزبان اکسید شده و به ترکیب فسفات تبدیل می‌شود، یعنی در ساختمان آن به‌جای اتم گوگرد یک مولکول اکسیژن قرار می‌گیرد و ترکیبی به‌نام پاراکسون (Paraoxon) به‌وجود می‌آید که از پاراتیون سمی‌تر است. یکی از مشتقات پاراتیون، متیل پاراتیون (Methyl Parathion) می‌باشد که خطر کمتری برای انسان دارد، به همین دلیل در مقایسه با پاراتیون، به مراتب مصرف بیشتری در کشاورزی دارد.

موارد کاربرد پاراتیون علیه آفات درختان میوه و گیاهان زراعی بسیار وسیع است، از جمله کنترل انواع شته‌ها، کنه‌های نباتی، سخت‌بالپوشان، لارو پروانه‌ها، زنجرک‌ها و مینوزها. علاوه بر آن، پاراتیون یکی از سموم بسیار مناسب برای کنترل آفات ریشه می‌باشد، زیرا دوام آن در خاک نسبتاً خوب است. مزایای مهم پاراتیون عبارتند از:

۱- حشراتی که نسبت به سایر سموم فسفره مقاومت نشان داده‌اند، معمولاً در مقابل پاراتیون حساس هستند.

۲- اگرچه پاراتیون یک ترکیب سیستمیک نیست، اما قدرت نفوذ خوبی دارد و به همین دلیل علیه شته‌هایی که پیچیدگی برگ ایجاد می‌کنند، کاربرد دارد.

۳- حداقل برای مدت دو هفته پایدار است.

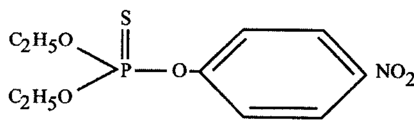
۴- با اغلب سموم کلره، فسفره و قارچ‌کش‌ها قابلیت سازگاری دارد مگر آنکه محیط به شدت قلیایی باشد.

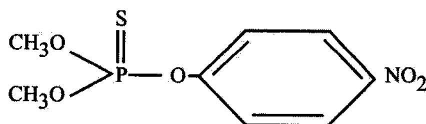
سمیت پاراتیون برای پستانداران بسیار زیاد (LD50=13mg/kg) است و به همین دلیل مصرف آن در اغلب کشورها و از جمله ایران محدود شده است. علائم مسمومیت به‌وسیله پاراتیون شامل سرگیجه، تهوع، اسهال، عرق سرد، کوچک شدن مردمک چشم، اشکالات تنفسی و اغما می‌باشد. در برخی مواقع ریزش اشک، تار شدن دید و جریان شدید بزاق نیز به همراه علائم فوق مشاهده می‌شود. علت این علائم همان موضوع خنثی کردن آنزیم کلین‌استراز و افزایش تراکم استیل‌کولین در محل سیناپس‌ها می‌باشد. به‌طور کلی پادزهر سموم فسفره و از جمله پاراتیون، آتروپین (Atropin) و نیز ترکیبی به‌نام

Pam-2 می‌باشند که به‌صورت عضلانی تزریق می‌شوند. علاوه بر پادزهرهای فوق، نمک‌های باربیتورات نیز در این رابطه مؤثر هستند. البته در شرایطی که مسمومیت ایجاد شده خیلی شدید باشد، باید تزریق وریدی صورت گیرد. لازم به توضیح است که مقدار تحمل این ترکیبات توسط انسان بالاست، به‌طوری که یک فرد معمولی مسموم می‌تواند حدود 12 تا 24 میلی‌گرم سولفات‌آتروپین را در یک شبانه‌روز تحمل کند. در ساعات اولیه بروز مسمومیت که دوره‌ای بسیار مهم و سرنوشت‌ساز می‌باشد، دارو باید هر دو ساعت و به میزان چند میلی‌لیتر تزریق شود. اقدامات دیگر مانند شستن بدن بخصوص محل‌های تماس بدن با سم با استفاده از آب گرم و صابون نیز در این رابطه می‌تواند حائز اهمیت باشد. همچنین در صورت نیاز، استفاده از داروهای ضد تشنج، داروهای تحریک کننده تنفس یا دادن اکسیژن به بیمار توصیه می‌شود. در چنین مواردی از خوردن مواد چربی باید خودداری کرد و نوشیدن چای غلیظ می‌تواند بسیار مفید باشد.

۲-۳-۶ متیل پاراتیون[1] ($C_8H_{10}NO_5PS$)

متیل پاراتیون (شکل ۳-۶) با نام‌های تجاری متافوس ®Metaphos، ®Nitox و ®Folidol-M، جسم جامدی به رنگ سفید است که در 35 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود، نوع تجاری آن مایعی قهوه‌ای رنگ است که در آب به مقدار اندکی حل می‌شود، اما در حلال‌های آلی قابل حل است. متیل پاراتیون دارای خواص و کاربردی کاملاً مشابه به پاراتیون است، اما سمیت آن از طریق جلدی کمتر است (LD50=67mg/kg). دلیل سمیت کمتر متیل پاراتیون در مقایسه با پاراتیون این است که متیل پاراتیون قبل از رسیدن به نقطه هدف در بدن، بر اثر پدیده دمتیله شدن (Demethylation) تجزیه می‌شود و اثرات سمی آن کاهش می‌یابد. مخلوطی از یک قسمت پاراتیون و چهار قسمت متیل پاراتیون به ®Metacide موسوم است که قدرت حشره‌کشی زیادی دارد.





شکل ۳-۶ پاراتیون و متیل پاراتیون که جزء سموم مهم در گروه دی‌الکیل‌آریل‌فسفات‌ها می‌باشند.

1- Methyl Parathion

۶-۳-۳ پیریمفوس متیل (Pirimphos-Methyl)

پیریمفوس متیل ماده مؤثر اکتیلیک (®Actillic، ®Blex، ®Silosane) و اکتیلیفوگ (®Actillifog) می‌باشد. در حلال‌های آلی مانند بنزن، کلروفرم و اتیل الکل به مقدار زیاد اما در آب به مقدار ناچیز (5 میلی‌گرم در لیتر) حل می‌شود. در محیط‌های اسیدی و قلیایی به سرعت هیدرولیز شده و به ترکیبات غیرسمی تبدیل می‌شود. دوام آن روی سطوح سمپاشی شده حدود سه روز است و مهم‌ترین عامل در از بین رفتن اثرات سمی آن، تبخیر می‌باشد. پیریمفوس متیل، حشره‌کش و کنه‌کشی با خاصیت تدخینی و نفوذی می‌باشد که سمیت شدیدی روی آفات با قطعات دهانی مکنده دارد. فرمولاسین‌های موجود در این ترکیب شامل امولسیون‌های 20% و 50% (1.5 لیتر در هکتار برای کنترل سفید بالک‌ها)، گرد 2% و آئروسول می‌باشد. سمیت آن برای انسان و سایر جانوران خونگرم پایین بوده (LD50=1050mg/kg) و لذا استفاده از آن در مناطق مسکونی و انبارها امکان‌پذیر می‌باشد. این حشره‌کش به‌صورت فرمولاسیون‌های دودزا نیز به‌کار می‌رود که برای این منظور فضای انبار را مملو از این سم می‌کنند. همچنین به منظور جلوگیری از آلودگی مجدد در انبارها، دیوارها را می‌توان با امولسیون 50% به میزان یک در هزار محلول‌پاشی کرد. پادزهر پیریمفوس متیل، تزریق آتروپین و تکرار تزریق در هر 0.5 ساعت می‌باشد.

ترکیب مشابه دیگر، پیریمفوس اتیل (Pirimphos-ethyl) با نام تجاری ®Pirimicide می‌باشد که سمیت آن بیشتر از پیریمفوس متیل بوده (LD50=192mg/kg) و معمولاً علیه آفات خاکزی به‌کار می‌رود.

۶-۳-۴ کلرتیون[1] ($C_8H_9NO_5PSCl$)

کلرتیون که توسط شرکت بایرن آلمان سنتز و عرضه شده، مایعی قهوه‌ای رنگ است که در آب به مقدار اندک اما در حلال‌های آلی به‌خوبی حل می‌شود. در محیط‌های قلیایی ($pH<7.5$) تجزیه می‌شود. با اغلب سموم آفت‌کش که قلیایی شدید نباشند، قابل ترکیب است. در ساختمان شیمیایی آن فقط یک اتم کلر به حلقه بنزنی متیل پاراتیون اضافه شده است که به همین دلیل سمیت آن برای جانوران در مقایسه با متیل پاراتیون بسیار کاهش یافته است (LD50=625mg/kg). موارد مصرف کلرتیون مشابه پیریمفوس متیل است. از آنجایی که دوام زیادی دارد، برای سمپاشی‌های ابقایی و نیز در تهیه طعمه مسموم و نیز مبارزه با مگس‌های مقاوم به‌کار می‌رود.

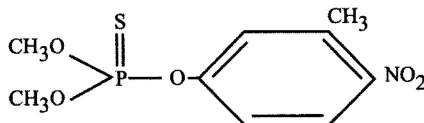
1- Chlorthion

۶-۳-۵ رونل[1] ($C_8H_8Cl_3O_3PS$)

رونل با نام‌های تجاری کورلان (Korlan®) و اترولن (Etrolen®)، یک ترکیب فسفره و مشابه پاراتیون است که خاصیت سیستمیک دارد و عمدتاً برای مبارزه با پارازیت‌های داخلی و خارجی دام‌ها به‌کار می‌رود. ماده‌ای جامد و سفید رنگ است که در دمای 40 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در آب بسیار اندک اما در حلال‌های آلی به‌خوبی قابل حل است. سمی کم‌خطر است (LD50=1250mg/kg) که آن‌را می‌توان حتی از طریق خوراکی به دام‌ها خورانید تا انگل‌های داخل بدن نابود شوند. این سم معمولاً روی گیاهان به‌کار گرفته نمی‌شود زیرا باعث سوختگی در اغلب گیاهان می‌شود.

۶-۳-۶ فنیتروتیون[2] ($C_9H_{12}O_5NPS$)

فنیتروتیون (شکل ۴-۶) با نام‌های تجاری سومیتیون (Sumithion®)، فولیتیون (Folithion®)، نوواتیون (Novathion®)، سایتل (Cytel®) و سایفن (Cyfen®)، فشار بخار 4.5×10^{-5} میلی‌متر جیوه است که تا حدودی خاصیت تدخینی دارد. سمی نسبتاً کم‌خطر می‌باشد (LD50=250-670mg/kg) و پایداری آن در طبیعت به‌مراتب بیشتر از پاراتیون و مشتقات آن است. حشره‌کشی تماسی است که در فرمولاسیون‌های امولسیون و پودر وتابل 50% به‌کار می‌رود. در تمام زمینه‌های کاربرد پاراتیون قابل مصرف است. در ایران عمدتاً برای مبارزه با سن گندم (1.2 لیتر در هکتار) به‌کار می‌رود اما موارد دیگر کاربرد آن علیه ملخ‌ها و شته‌های غلات و نیز مبارزه با آفات جنگلی می‌باشد. دلیل اینکه فنیتروتیون سمیت کمتری در مقایسه با سایر آنالوگ‌ها مانند پاراتیون و متیل پاراتیون دارد این است که به طرق مختلف می‌تواند غیرسمی شود که یکی از عمده‌ترین روش‌های غیر سمی شدن آن، دمتیله شدن می‌باشد که توسط آنزیم Glutathion S-alkyl transferase انجام می‌شود. آنزیم مزبور در کبد موش پنج برابر فعال‌تر از بدن حشرات است، بنابراین سم مزبور دارای حالت انتخابی برای پستانداران می‌باشد، اما سمیت آن برای زنبور عسل بسیار زیاد است. محصول اکسیداسیون فنیتروتیون، Sumioxon می‌باشد که به سرعت هیدرولیز و تجزیه می‌شود و از بدن دفع می‌گردد.



شکل ۴-۶ فرمول ساختمانی فنیتروتیون، جزء سموم گروه دی‌الکیل‌آریل‌فسفات‌ها

1- Ronnel
2- Fenitrothion

۷-۳-۶ فنتیون[1] ($C_{10}H_{15}O_2PS_2$)

فنتیون با نام‌های تجاری لبایسید (Lebycid®)، بایتکس (Baytex®)، تیگوowان (Tiguvon®) و انتکس (Entex®)، مایعی به رنگ قهوه‌ای است که تا حدودی بوی سیر می‌دهد. در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی حل می‌شود. دوام آن در محیط‌های اسیدی و قلیایی نسبتاً خوب است و با ترکیبات دیگر نیز سازگار می‌باشد. خاصیت نفوذی دارد و سمیت آن تقریباً پایین است (LD50=190-670mg/kg). برای مبارزه با آفات مختلف گیاهی مثل مگس‌ها بخصوص مگس چغندر (Pegomyia hyoscyami) و نیز علیه شته‌ها، زنجره‌ها و سن‌ها به‌کار می‌رود. در ایران علیه پروانه سرشاخه‌خوار پسته و سن‌های غلات توصیه شده است. همچنین به عنوان سم مورد مصرف در بهداشت کاربرد زیادی دارد که برای این منظور به نسبت یک گرم در هر متر مربع به‌کار می‌رود. در منازل علیه مگس‌ها، ساس‌ها و سوسری‌ها نتیجه مطلوبی دارد که می‌توان به نسبت 2.5 درصد از آن‌را به‌صورت محلول تهیه و سمپاشی کرد. همچنین از سموم بسیار مؤثر علیه لارو پشه‌ها در آبگیرها و اماکن آبی غیرمشروب و شالیزارهاست. فرمولاسیون‌های آن شامل امولسیون 50% و پودر وتابل 25% و 40% و مقدار مصرف آن 1.5 لیتر در هکتار می‌باشد. این حشره‌کش در بدن گیاهان و جانوران اکسید شده و به Sulfoxide و Sulfon تبدیل می‌گردد که دو ترکیب اخیر نیز دارای خاصیت حشره‌کشی می‌باشند.

۸-۳-۶ فنتوآت[2] ($C_{12}H_{17}O_4PS_2$)

فنتوآت با نام‌های تجاری سیدیال (Cidial®) و السان (Elsan®)، حشره‌کشی تماسی و گوارشی می‌باشد که در فرمولاسیون‌های امولسیون 50% و پودر وتابل 40% عرضه می‌شوند. علی‌رغم اینکه سمیت این ترکیب نسبتاً پایین است (LD50=400mg/kg) اما دوره کارنس آن طولانی (حدود 20 روز) می‌باشد. فنتوآت از سموم بسیار مؤثر علیه پرودنیای چغندر قند (به میزان سه لیتر در هکتار) و نیز کرم سیب، خوشه‌خوار انگور و پسیل گلابی می‌باشد. روی برخی واریته‌های انجیر، انگور و هلو ایجاد گیاه‌سوزی می‌کند و در مورد تعدادی از واریته‌های سیب قرمز نیز موجب کم‌رنگی میوه می‌شود. زنبور عسل به این سم حساس می‌باشد. بر اساس تحقیقات به عمل آمده، ترکیب سیدیال با توکسافن نتایج موفقیت‌آمیزی در کنترل کرم قوزه دارد.

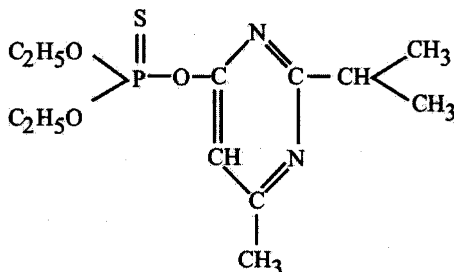
1- Fenthion
2- Phenthoate

۹-۳-۶ دیازینون[1] ($C_{12}H_{21}N_2O_3PS$)

دیازینون (شکل ۵-۶) با نام‌های تجاری بازودین (®Bazudin، ®Neocidol و ®Diazitol) می‌باشد. امروزه دیازینون مصرف بسیار زیادی در دفع آفات دارد. از نظر خواص در بسیاری از موارد شبیه پاراتیون است، لذا در مواردی که پاراتیون مصرف می‌شد و امروزه کاربرد آن ممنوع شده است، دیازینون قابل مصرف می‌باشد، با این تفاوت که سمیت دیازینون کمتر است (LD50= 150mg/kg). دیازینون خالص مایعی بی‌رنگ است که در 3 درجه سانتی‌گراد به جوش می‌آید. نوع تجاری آن مایع قهوه‌ای رنگی می‌باشد که نسبت به اکسیداسیون و حرارت حساس است و در بالاتر از 100 درجه سانتی‌گراد تجزیه می‌شود. پایداری دیازینون در محیط‌های قلیایی نسبتاً خوب است اما در محیط‌های مرطوب هیدرولیز می‌شود و تولید دی اتیل فسفریک اسید و 2- ایزوپروپیل 4- متیل 6- اکسی‌پیریمیدین می‌نماید اما در محیط‌های اسیدی علاوه بر دو ترکیب فوق دو ترکیب دیگر شامل تترااتیل‌فسفرودی‌تیوآت و پیروفسفروتیوآت تولید می‌شود. دیازینون توسط ریشه گیاه جذب شده و به قسمت‌های سبز گیاه منتقل می‌گردد که این انتقال موجب حفاظت گیاه برای مدت 7 تا 15 روز می‌شود. دیازینون در گیاهان در دو مسیر مختلف زیر تجزیه می‌شود:

الف- اکسید شدن فسفرو تیوآت به فسفات که به دنبال هیدرولیز باند P-X و تشکیل ترکیبات غیر سمی شامل دی اتیل فسفوریک اسید و 2- ایزوپروپیل 4- متیل 6- اکسی پیریمیدین صورت می‌گیرد.

ب- اکسید شدن گروه جانبی ایزوپروپیل حلقه که با هیدرولیز بعدی باند P-X و تجزیه حلقه هتروسیکلیک و آزاد شدن CO_2 همراه است.



دیازینون

شکل ۵-۶ فرمول ساختمانی دیازینون، جزء سموم گروه دی‌الکیل‌آریل‌فسفات‌ها

1- Diazinon

موارد کاربرد دیازینون بسیار متعدد است، از جمله برای کنترل آفات صیفی‌جات، سبزیجات، درختان میوه، علوفه، آفات خاکزی، آفات بهداشتی و خانگی بسیار کاربرد دارد. در مبارزه با آفات بهداشتی در شرایطی که هدف، بقای طولانی سم باشد، دیازینون را با برخی سموم ابقایی کلره مخلوط کرده و به‌کار می‌برند. اما با توجه به اینکه دوره کارنس آن حدود 10 روز است، کاربرد آن روی سبزیجات و صیفی‌جات که زود برداشت می‌شوند، توصیه نمی‌شود. کاربرد دیازینون با دز مناسب اثر سوء روی گیاه ندارد (استثنائاً کاهو از گیاهان بسیار حساس به این حشره‌کش محسوب می‌گردد) اما موقعی که بذور و نشاهای جوان با محلول دیازینون سمپاشی می‌شوند، توقف رشد در سیستم ریشه‌ای و جوانه‌های آن‌ها مشاهده می‌گردد. دیازینون تا حدودی خاصیت نفوذی داشته و در فرمولاسیون‌های امولسیون 25% و 60%، پودر وتابل 40% و نیز گرانول 2%، 5% و 10% عرضه می‌شود. فرمولاسیون پودر وتابل آن علیه آفاتی مانند کرم سیب (Cydia pomonella)، مگس گیلاس (Rhagoletis cerasi)، خوشه‌خوار انگور (Lobesia botrana)، فرمولاسیون امولسیون علیه پسیل گلابی، شپشک‌های پسته و مرکبات و برگخوار چغندر قند و فرمولاسیون گرانول آن علیه کرم ساقه‌خوار برنج (Chilo suppressalis) توصیه می‌شود. همچنین برای کنترل مورچه‌ها و سوسری‌ها به‌صورت میکروکپسول فرموله می‌گردد. دیازینون نیز مانند پاراتیون و مالاتیون باید به فرم فعال خود یعنی دیازاکسان (Diazoxan) تبدیل شود تا تأثیرات خود را اعمال نماید. جزء سموم بسیار خطرناک برای زنبور عسل می‌باشد. در مورد علائم مسمومیت و روش‌های جلوگیری و نیز مداوای شخص مسموم، مشابه پاراتیون می‌باشد.

۶-۳-۱۰ کومافوس[1] ($C_{14}H_{16}ClO_5PS$)

کومافوس با اسامی تجاری ®Co-Ral، ®Perizin، 21/199 ®Bayer، ®Asuntol به بازار عرضه شده است. ماده جامد و قهوه‌ای رنگی است که در دمای 90 تا 92 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در آب تقریباً نامحلول اما در حلال‌های آلی محلول است. در محیط‌های قلیایی هیدرولیز می‌شود. سمیت آن برای پستانداران از طریق گوارش نسبتاً زیاد است (LD50=90-115mg/kg) اما از راه پوست به مراتب کمتر می‌باشد. کومافوس برای مبارزه با پارازیت‌های خارجی و زیر جلدی دام‌ها مانند کنه‌ها، شپش‌ها، کک‌ها و ساس‌ها به دو صورت حمام کردن و محلول‌پاشی بدن به‌کار می‌رود. این سم معمولاً به‌صورت پودر نرم به بازار عرضه می‌شود اما هنگام مصرف، آن را با آب مخلوط می‌کنند. پایداری آن زیاد است و تا چندین ماه قدرت حشره‌کشی آن باقی می‌ماند. برای مصرف به‌صورت حمام کردن، یک کیلوگرم کومافوس 30% را در 600 لیتر آب مخلوط کرده و جانور را برای چند دقیقه در آن غوطه‌ور می‌کنند. اما برای سمپاشی،

1- Coumaphos

یک کیلوگرم کومافوس 30% را در 200 لیتر آب مخلوط کرده و بدن دام را سمپاشی می‌نمایند. این ترکیب علاوه بر خاصیت حشره‌کشی، خاصیت کنه‌کشی نیز دارد و ترکیب تجاری ®Perizin دقیقاً یک کنه‌کش است و برای مبارزه با کنه‌ها در فضاهای مسدود به‌کار می‌رود.

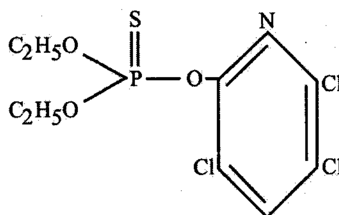
۶-۳-۱۱ آزینفوس متیل[1] ($C_{10}H_{12}N_3O_3PS_2$)

اسامی تجاری آزینفوس متیل شامل گوزاتیون (®Gusathion) و گوتیون (®Guthion) می‌باشد. ماده جامدی به رنگ سفید است که در حدود 73 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود و به مقدار ناچیز در آب حل می‌شود. طیف وسیع حشره‌کشی دارد و تا حدودی خاصیت کنه‌کشی نیز دارد. جزء سموم فسفره بسیار بادوام است لذا برای مبارزه با انواع حشرات و کنه‌ها روی محصولات زراعی و باغی از جمله آفات پنبه، مرکبات و درختان میوه به‌کار می‌رود. از سموم پرمصرف در دفع آفات است اما به دلیل دوام طولانی، روی محصولاتی مانند سبزیجات و صیفی‌جات نباید مصرف شود. به طرق تماسی و گوارشی موجب مسمومیت حشرات می‌شود. سمیت آن برای پستانداران زیاداست (LD50= 16.4mg/kg). فرمولاسیون‌های رایج این سم شامل امولسیون 20% و گرد قابل تعلیق 15% و 50% می‌باشد. ترکیب آزینفوس متیل با روغن‌ها باعث افزایش کارایی آن در کنترل شپشک‌های مرکبات می‌شود. کاربرد امولسیون 50% این سم علیه مگس خربزه و نیز آفات پنبه به نسبت 2 در هزار توصیه می‌شود.

۶-۳-۱۲ کلرپیریفوس[2] ($C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$)

کلرپیریفوس (شکل ۶-۶) با نام‌های تجاری دورسبان (®Dursban، ®Dansban، ®Zidil، ®Prinex و ®Lorsban)، از سموم بسیار بادوام است که عمدتاً برای مبارزه با پشه‌ها و کنه‌ها، آفات خاکزی و آفات گیاهان زراعی و نیز آفات بهداشتی و خانگی (مانند سوسری‌ها) مصرف می‌شود. دوام آن در خاک زیاد اما روی گیاهان نسبتاً کم است. در pH قلیایی به سرعت تجزیه می‌شود که سرعت تجزیه آن توأم با افزایش دما و نیز افزایش pH افزایش می‌یابد. به طرق تماسی و گوارشی و نیز تا حدودی به‌صورت تدخینی عمل می‌کند. فرمولاسیون‌های مهم کلرپیریفوس امولسیون 24% و 40.8% (به نسبت 1.5 تا 2 در هزار جهت کنترل شپشک توت و سپردار بنفش زیتون) و گرانول 5% (به میزان 30 کیلوگرم در هکتار جهت کنترل کرم طوقه‌بر) می‌باشد. سمیت آن LD50=27-97mg/kg و نیمه عمر آن حدود 3 ماه است. کلرپیریفوس جهت کنترل سوسری‌ها نیز سم بسیار مؤثری است.

1- Azinphos Methyl
2- Chlorpyrifos



شکل ۶-۶ فرمول ساختمانی کلرپیریفوس از گروه دی الکیل آریل فسفات‌ها

۱۳-۳-۶ آبیت[1]

ماده خالص آبیت، جامدی متبلور و سفید رنگ است که در 30 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی حل می‌شود. پایداری زیادی دارد و اثر حشره‌کشی خود را برای چندین هفته در طبیعت حفظ می‌نماید. آبیت معمولاً برای مبارزه با لارو پشه‌ها بخصوص در کشورهایی که منابع آب راکد برای آشامیدن دارند، به‌کار گرفته می‌شود. برای این منظور غلظت 1 ppm از آبیت را در آب می‌ریزند که به این ترتیب از رشد و نمو پارازیت‌ها و نیز لارو حشرات جلوگیری می‌شود. ضمن اینکه غلظت مزبور هیچ‌گونه اثر سوئی روی انسان ندارد زیرا Abate جزء سموم بسیار کم‌خطر محسوب می‌شود (LD50=1000-3000mg/kg).

۱۴-۳-۶ فوزالون[2] ($C_{12}H_{15}CNO_4PS_2$)

فوزالون با نام‌های تجاری زولون (Zolone®، Robitox®، Foster® و Rozatox®)، ماده مؤثر آن دارای بوی تندی شبیه سیر می‌باشد که در 45 تا 48 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در محیط‌های قلیایی به سرعت هیدرولیز شده و به دی‌اتیل‌فسفرو تیوئیک اسید، فرمالدئید و 6-کلرو بنزوکسی زولون تبدیل می‌شود. فوزالون خاصیت نفوذی داشته، از لایه کوتیکولی گیاهان عبور کرده و زیر پوست میوه‌ها و کوتیکول برگ‌ها تجمع می‌یابد و توانایی انتقال به قسمت‌های دیگر گیاهان از طریق آوندها را ندارد. این حشره‌کش، تماسی و گوارشی بوده و از مزایای آن سمیت کم روی حشرات پارازیتویید، شکارگر و زنبور عسل و نیز فعالیت حشره‌کشی آن در درجه حرارت‌های پایین (10 درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. به‌صورت فرمولاسیون امولسیون 35% (به نسبت 2.5 تا 3 در هزار) و پودر وتابل 30% وجود داشته و با سمیت LD50=120mg/kg، روی سرخرطومی‌ها، کرم ساقه‌خوار برنج، زنجرک‌ها، سوسک کلرادو و کک‌های

1- Abate
2- Phosalone

نباتی مؤثر است. نیمه عمر این ترکیب داخل خاک یک هفته می‌باشد، در بدن پستانداران اکسید شده و به تیوفسفات تبدیل می‌شود و در پایان هیدرولیز شده و از بدن دفع می‌گردد.

۶-٤ گروه تری‌الکیل‌آریل‌فسفات‌ها و تیوفسفات‌ها

۶-۴-۱ تری‌کلروفون[1] ($C_4H_8Cl_3PO_4$)

تری‌کلروفون با نام‌های تجاری دیپترکس (®Dipterex)، دیلوکس (®Dylox)، توگون (®Tugon، ®Proxol، ®Danex) و کلرفوس (®Chlorphos)، ماده‌ای جامد، سفید و متبلور است که در 83 تا 84 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در آب و بعضی از حلال‌های آلی به نسبت‌های متفاوت حل می‌شود. در مقابل حرارت و در محیط‌های قلیایی تجزیه می‌شود و به ترکیب دیگری به‌نام Dichlorvos تبدیل می‌شود که فرم فعال تری‌کلروفون می‌باشد. فرمولاسیون‌های مهم آن شامل امولسیون 50%، گرانول 2.5% تا 5% و پودر وتابل 80% می‌باشد. همچنین این حشره‌کش به‌صورت مخلوط با دو حشره‌کش دیگر شامل فنیتروتیون و زولن عرضه می‌گردد. سمیت آن برای پستانداران نسبتاً پایین (LD50=630mg/kg) اما برای زنبور عسل بسیار سمی است. تری‌کلروفون حشره‌کشی تماسی و گوارشی است که تا حدودی دارای خاصیت سیستمیک نیز می‌باشد. توانایی حرکت این حشره‌کش از ریشه به سمت قسمت‌های سبز گیاه، امکان استفاده از آن‌را به شکل گرانول برای کنترل کرم‌های طوقه‌بر و لارو انواع مگس‌های ریشه فراهم می‌نماید. به علاوه برای مبارزه با آفات بهداشتی و خانگی و نیز پارازیت‌های خارجی دام‌ها و مگس‌های عامل میاز (Myasis) به‌کار می‌رود. این حشره‌کش توسط ریشه و برگ گیاهان جذب می‌شود اما به علت تجزیه سریع در داخل بافت‌های گیاهی، در دراز مدت اثری از آن مشاهده نمی‌گردد. در خاک توسط میکروارگانیسم‌های خاک سریعاً تجزیه شده و به متابولیت‌های غیر سمی (اسید فسفریک، الکل و دی کلرو متیل) تبدیل می‌شود.

۶-۴-۲ دایکلروس[2] ($C_4H_7Cl_2O_4P$)

دایکلروس با نام‌های تجاری ®Vapona، ®D.D.V.P، ®Dedevap، ®Nogos و ®Nuvan نیز شناخته می‌شود. این ترکیب مایعی بی‌رنگ است که در آب به مقدار 1% حل می‌شود و در اغلب حلال‌های آلی به نسبت‌های مختلف قابل حل است. در محیط‌های قلیایی و در مجاورت رطوبت به تدریج هیدرولیز

1- Trichlorphone
2- Dichlorvos

مـی‌شـود و هیـدرولیز آن منجـر بـه تـشکیل ترکیبـات مختلفـی شـامل دی‌متیـل‌فـسفوریک اسـید، دی‌کلرواستالدویید و متیل الکل می‌گردد که بی‌ضرر بوده و سریعاً تجزیه و بخار می‌شوند. فشار بخـار آن 1.2×10^{-2} میلی‌متر جیوه می‌باشد، لذا خیلی راحت تبخیر می‌شـود، امـا سـمیت آن نـسبتاً زیـاد اسـت (LD50=50-80mg/kg). دیکلروس به‌خوبی داخل بافت‌های گیاهی نفوذ می‌کند اما ماده مـؤثر آن درون بافت‌ها سریعاً تجزیه می‌شود و بقایای آن در میوه‌ها حداکثر تا سه روز بعد از سمپاشی دیـده مـی‌شـود. این حشره‌کش فاقد خاصیت گیاه‌سوزی است و روی کنه‌ها و شته‌ها و نیز لارو پروانه‌ها و دوبـالان تـأثیر مطلوبی دارد. همچنین روی کک‌های بدن حیوانات اهلی مانند سگ و گربه نیز مؤثر است. از معایـب آن تأثیر بسیار شدید روی پارازیتوییدها، شکارگرها و نیز زنبور عسل می‌باشد. بـه‌صـورت امولـسیون غلـیظ 50% به بازار عرضه می‌گردد و به نسبت 1 تا 2 در هزار مصرف می‌شود. پادزهر مسمومیت‌های ناشـی از دیکلروس، ماده توکزوگونین (آتروپین + پام) می‌باشد.

دیکلروس دو خاصیت مهم دارد که عبارتند از:

الف- به‌واسطه قدرت تبخیر و تأثیر سریع روی انواع مگس‌ها، در منازل مسکونی و اماکن به عنوان یکی از سموم بسیار مهم مصرف می‌شود.

ب- پایداری و دوام آن در طبیعت کم است. دوره کارنس آن حدود چهار روز است، لـذا در صـورتی کـه دوام کم سم مدنظر باشد، نظیر سمپاشی روی سبزی و جالیز مصرف می‌شود.

۳-۴-۶ فسفامیدون[1] ($C_{10}H_{19}O_5ClP$)

فسفامیدون با نام‌های تجـاری دیمکـرون (Dimecron®، Apamidone® و Dixone®)، دارای دو ایزومـر آلفا و بتا می‌باشد که عامل اصلی خاصیت حشره‌کشی فسفامیدون، ایزومر بتـا اسـت. هـم تماسـی، هـم گوارشی و هم سیستمیک است. ماده خالص دیمکرون مایع روغنی بی‌رنگ و بی‌بو است و در حلال‌هـای آلی به نسبت‌های مختلفی حل می‌شود، اما در محیط‌های قلیایی بـه سـرعت هیـدرولیز مـی‌شـود. نـوع تجاری آن بنفش رنگ است و در طبیعت دوام زیادی ندارد. سـمیت آن بـرای پـستانداران و نیـز زنبـور عسل بسیار زیاد است (LD50=7-28 mg/kg) لذا از مصرف آن در زمان گل‌دهی محصولات باید اجتنـاب کرد.

فسفامیدون عمدتاً روی گیاهان زراعی و باغی، علیه شته‌ها، تریپس‌ها و پسیل‌ها، زنجـره‌هـا، انـواع آفـات درختان میوه، حتی کنه‌های نباتی و بخصوص روی آفات پنبه مؤثر می‌باشد. این حـشره‌کـش بـه دلیـل

1- Phosphamidon

خاصیت نفوذی شدید، از راه اندام‌های هوایی گیاهان جذب شده و از طریق شیره گیاهی جابه‌جا می‌شود. دوام این حشره‌کش در گیاه حدود 2 هفته است اما دوره کارنس آن 20 روز می‌باشد. مهم‌ترین فرمولاسیون‌های رایج، امولسیون‌های 20% و 50% (به نسبت یک در هزار) و پودر وتابل 50% می‌باشند.

۶-۴-۴ دی‌بروم[1] ($C_4H_7Br_2Cl_2P$)

دی‌بروم با نام تجاری Naled®، مایعی روغنی شکل و به رنگ کهربایی است که در آب نامحلول است اما در حلال‌های آلی حل می‌شود. دوام آن اندک و با دوره کارنس چهار روز است که به همین دلیل روی سبزیجات، صیفی‌جات و جالیز که سریع برداشت می‌شوند، قابل مصرف است. دی‌بروم طیف وسیع حشره‌کشی دارد و علیه انواع شته‌ها، کنه‌ها، لارو پروانه‌ها و سخت‌بال‌پوشان به‌کار گرفته شده و از طرق مختلف گوارشی، تماسی و تدخینی باعث مسمومیت حشرات می‌شود. سمیت آن متوسط است (LD50=430mg/kg) و ضمن دارا بودن خاصیت حشره‌کشی، دارای خاصیت قارچ‌کشی نیز می‌باشد.

۶-۴-۵ دی‌متون متیل[2] ($C_8H_{19}O_3PS_2$)

دی‌متون متیل با نام تجاری سیستوکس (Systox®)، فرم تجاری آن مایع زرد رنگی است که در 134 درجه سانتی‌گراد به جوش می‌آید. حشره‌کشی سیستمیک است که دارای دو ایزومر تیونو (Thiono) و تیولو (Thiolo) می‌باشد که به ترتیب 65% و 35% از ترکیب را تشکیل می‌دهند. ایزومر تیولو ماده روغنی بی‌رنگ است که حلالیت آن در آب به مراتب بیشتر از تیونو می‌باشد و در ضمن سمیت آن نیز به مراتب بیشتر از تیونو است. تیونو داخل گیاه و نیز در انبارها اکسید شده و به ایزومر تیولو تبدیل می‌شود. هر دو ایزومر فوق در محیط‌های اسیدی و قلیایی شدید هیدرولیز شده و به ترکیبات مرتبط با Solphone و Solphoxide تبدیل می‌شوند که البته تبدیل مزبور مانع فعالیت کولین استرازی این حشره‌کش نمی‌شود اما هیدرولیز بعدی ترکیبات فوق و تبدیل آن‌ها به O, O-dimethyl phosphoric acid باعث کاهش سمیت آن‌ها می‌گردد. سیستوکس از سموم فسفره سیستمیک است که روی انواع حشرات و کنه‌های مکنده مؤثر است و طیف وسیع حشره‌کشی دارد. یکی از سموم بسیار مفید و مؤثر است، اما به‌واسطه سمیت بسیار زیاد (LD50=5.2-5.7mg/kg)، مصرف آن امروزه در اغلب کشورهای جهان محدود شده است. این حشره‌کش توسط ریشه و برگ گیاهان کاملاً جذب شده و از طریق آوندهای چوبی و آبکش به قسمت‌های مختلف گیاه منتقل و در سلول‌های گیاهی به‌طور موقت انباشته می‌شود، اما اثر سوئی روی گیاهان ندارد زیرا از طریق روزنه‌های گیاهی به‌صورت قطرات مایع یا

1- Dibrom
2- Demeton Methyl

بخار دفع می‌شود. مهم‌ترین فرمولاسیون آن، امولسیون 30% می‌باشد که سمیت شدیدی روی حشرات با قطعات دهانی مکنده بخصوص شته‌ها و تریپس‌ها دارد. این حشره‌کش به دلیل تجزیه و نفوذ سریع به درون بافت‌های گیاهی، روی حشرات پارازیتویید و شکارگر خطری ندارد. مزیت عمده این حشره‌کش، حفاظت طولانی مدت آن است که باعث کاهش تعداد دفعات سمپاشی می‌شود.

۶-۴-۶ دیمتون ـ اس ـ متیل[1] $[PSO(CH_2)SC_2H_5](CH_3O_2)$

دیمتون ـ اس ـ متیل با نام تجاری متاسیستوکس (®Metasystox)، مایعی روغنی شکل، به رنگ زرد و با بوی نامطلوب است. فرمول شیمیایی متاسیستوکس بسیار شبیه به سیستوکس می‌باشد و فقط به‌جای دو گروه متیل (CH_3)، دو گروه اتیل (C_2H_5) جایگزین شده که با تغییر مزبور، سمیت آن برای پستانداران به مراتب کمتر از سیستوکس می‌باشد (LD50=65-75mg/kg). متاسیستوکس نیز مانند سیستوکس دارای ایزومرهای تیونو و تیولو است. این سم نیز مانند سیستوکس خاصیت سیستمیک دارد و از طرق مختلف تماسی، گوارشی و تنفسی موجب مسمومیت حشرات می‌شود. به لحاظ اینکه دوره کارنس آن حدود 10 تا 15 روز است، نباید روی سبزیجات و گیاهان جالیزی مصرف شود. با توجه به اینکه ایزومر تیولومتاسیستوکس خاصیت حشره‌کشی قابل ملاحظه‌ای دارد، لذا ایزومر مزبور به تنهایی تهیه شده و بنام «سیستوکس I» به بازار عرضه می‌گردد. متاسیستوکس با توجه به اینکه در چربی قابلیت انحلال ندارد لذا در عبور از لایه کوتیکولی حشرات با مشکل مواجه می‌گردد، بنابراین آن‌را به‌صورت امولسیون فرموله می‌نمایند، زیرا ماده Emulsifier خاصیت خیس کنندگی داشته و می‌تواند باعث افزایش خاصیت عبور سم از لایه کوتیکول گردد. سم دیگر از همین خانواده، اکسی‌دیپروفوس و با نام تجاری ®Metasystox-S می‌باشد که کاربرد آن در کشاورزی چندان رایج نیست.

۶-۴-۷ فوریت[2] $(C_7H_{17}O_2PS_3)$

فوریت با نام تجاری ®Thimet، مایعی زرد رنگ است که به مقدار ناچیز در آب حل می‌شود، اما در حلال‌های آلی به‌طور کامل قابل حل است. به دلیل سمیت بسیار زیاد (LD50=1-5mg/kg)، مصرف آن بسیار محدود است. از نظر خواص شبیه سیستوکس و متاسیستوکس می‌باشد و خاصیت سیستمیک دارد. تأثیر این ترکیب اگرچه روی آفات مکنده و نیز حشرات خانگی بسیار مؤثر است، اما به دلیل سمیت زیاد روی پستانداران امروزه کمتر روی گیاهان مصرف می‌شود. برای ضدعفونی کردن بذور بخصوص بذر پنبه بسیار مفید و قابل مصرف است، همچنین جهت حفظ محصول در مرحله گیاهچه

1- (Demethone S-Methyl) PSO
2- Phorate

مـورد اسـتفاده قـرار مـی‌گیـرد. فـرآورده نهـایی متابولیـسم آن، دی اتیـل‌هیـدروژن‌فـسفات و سـپس اسیدفسفوریک می‌باشد که از نظر بیولوژیکی ترکیباتی غیر فعال محسوب می‌شوند.

۸-۴-۶ مالاتیون[1] ($C_{10}H_{19}O_6PS_2$)

مالاتیون (شکل ۷-۶) با اسامی تجاری Malathex®، Malagrex®، Cythion® و Maladan®، نوع خالص آن مایعی بی‌رنگ است که در 156 تا 157 درجه سانتی‌گراد به جوش می‌آید، اما نـوع تجـاری آن مـایع قهوه‌ای رنگی است که بوی سیر دارد. در آب به مقدار کم اما در حلال‌های آلی به مقدار زیادی قابل حل است. فشار بخار آن در دمای 20 درجه سانتی‌گراد، 1.25×10^{-4}میلی‌متر جیوه است. در pH حدود 5 تـا 8 هیدرولیز می‌شود و در حرارت زیاد نیز تجزیه می‌گردد. مالاتیون از سموم بسیار رایج در دنیا می‌باشـد و در بین انواع سموم فسفره شاید بتوان گفت که بیشترین مصرف را در دنیا دارد، زیرا:

الف- سمیت آن برای پستانداران بسیار اندک است (LD50=900-5800mg/kg).

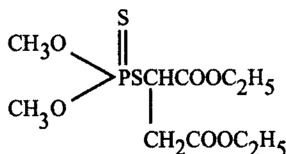
ب- طیف وسیع حشره‌کشی دارد.

ج- به آسانی و به ارزانی تهیه می‌گردد (برای تهیه مالاتیون، اتیل مالئات را با دی‌متیـل‌دی‌تیوفـسفریک ترکیب می‌کنند).

مالاتیون در مجاورت هوا، نور، باد و بارندگی به سرعت تجزیه می‌شود و پس از چنـد روز بقایـای آن بـه حد بسیار ناچیز می‌رسد. فرمولاسیون‌های مالاتیون شامل امولسیون 50% و 57% و نیز پودر وتابل 57% می‌باشند. مالاتیون در بدن موجودات زنده تجزیه شده و به مالااکسون (Malaoxon) تبدیل می‌گردد که ترکیب اخیر از لحاظ مهار کردن آنزیم کولین‌استراز به مراتب قوی‌تر از مالاتیون بوده و لذا از آن سمی‌تر می‌باشد. عمل اکسیداسیون مالاتیون به مالااکسون در بدن بـی‌مهرگـان و از جملـه حـشرات بـه مراتـب سریع‌تر از مهره‌داران صورت می‌گیرد زیرا تجزیه سریع مالاتیون در بدن پستانداران فرصت کافی را برای اکسید شدن مالاتیون در بدن پـستانداران فـراهم نمـی‌کنـد تـا تبـدیل بـه مالااکـسون شـود. دو آنـزیم کربوکسی‌استراز (Carboxyesterase) و فسفاتاز (Phosphatase) در هیدرولیز مالاتیون حائز اهمیت بوده و مالاتیون را به دو ترکیب غیرسمی شامل مونو و دی‌کربوکسیلیک اسید محلول در آب تبدیل می‌نماید. مالاتیون طیف وسیع حشره‌کشی و نیز تا حدودی خاصیت کنـه‌کـشی داشـته و علیـه بـسیاری از آفـات زراعی و باغی به‌کار می‌رود. به‌واسطه سمیت بسیار اندک برای پستانداران، در اماکن مسکونی علیه آفات بهداشتی و خانگی به‌کار می‌رود. به دلیل اینکه در بدن پستانداران ذخیره نمی‌شود، امکان استفاده از آن

1- Malathion

در دفع پارازیت‌های خارجی دام‌ها نیز وجود دارد. گیاهان خانواده کدوئیان (Cucurbitaceae) نسبت به آن حساس هستند.



مالاتیون

شکل ۷-۶ فرمول ساختمانی مالاتیون از گروه تیوفسفات‌ها (با اتم‌های فسفر و گوگرد)

۹-۴-۶ دیمتوات[1] ($C_5H_{12}PS_2N$)

دیمتوات با اسامی تجاری ®Roxion، ®Rogor، ®Cygon، ®Trimethion، ®Fostion و ®Perfecthion جزء سموم بسیار پرمصرف می‌باشد. در آب به مقدار اندک اما در حلال‌های مختلف به مقادیر بیشتری حل می‌شود. دوام آن نسبتاً خوب است اما در محیط‌های قلیایی به سرعت هیدرولیز شده و به ترکیبات غیرسمی شامل دی‌متیل‌فسفروتیوییک و دی‌متوآت‌کربوکسیلیک اسید تبدیل می‌شود. روی گیاهان نیز تحت تأثیر اشعه ماورای بنفش، حرارت و آب تجزیه می‌گردد. دیمتوات به طرق مختلف تماسی، گوارشی و سیستمیک عمل می‌کند و لذا از طریق ریشه و به‌وسیله آوندهای چوبی در گیاه جابه‌جا می‌شود. اما حرکت آن در طول آوندهای آبکش به سهولت انجام نشده و در صورت استفاده روی برگ‌ها، درون آن‌ها باقی مانده و جابه‌جا نمی‌شود. به مدت 20 روز خاصیت سمی خود را در داخل بافت‌های گیاهی حفظ می‌نماید. سمیت این حشره‌کش متوسط بوده (LD50=155-500mg/kg) و مصرف امولسیون 46% آن به نسبت دو در هزار رایج‌تر می‌باشد. دیمتوات بویی شبیه بوی کافور دارد و به این ترتیب قابل تشخیص می‌باشد.

زمینه‌های کاربرد دیمتوات بسیار وسیع است. کاربرد آن روی مگس خانگی، انواع کنه‌های گیاهی (بخصوص کنه قرمز سیب، Bryobia Praetiosa)، شته‌ها (بخصوص شته سبز سیب، Aphis pomi)، مگس گیلاس، کرم سیب و انواع شپشک‌های نباتی نتیجه خوبی دارد. تا حدودی خاصیت نماتدکشی نیز دارد و برای کنترل نماتد ساقه یونجه کاربرد دارد. این سم را نباید روی درختان میوه هسته‌دار (گیلاس، گوجه، زردآلو، هلو و غیره) به‌کار برد زیرا باعث ریزش برگ می‌شود. دوره کارنس آن حدود دو هفته است. در سمپاشی‌های بهداشتی بخصوص در دامداری‌ها نیز به‌کار می‌رود. دیمتوات به‌واسطه داشتن یک

1- Dimethoate

گروه کربوکسیل آمید، دارای خاصیت انتخابی برای پستانداران است زیرا در داخل بدن پستانداران به‌واسطه داشتن آنزیم کربوکسیلاز تجزیه می‌شود. در اثر اکسیداسیون تیوفسفات و در اثر هیدرولیز اسید فسفریک و تیوفسفریک تولید می‌شوند. سیستم آنزیمی کربوکسیل آمیداز در مهره‌داران فعال‌تر از بی‌مهرگان می‌باشد. برای ماهی‌ها و زنبور عسل بسیار خطرناک است.

۶-۴-۱۰ امتوآت[1] ($C_5H_{12}NO_4PS$)

امتوآت با نام تجاری فولیمات (Folimat®) از لحاظ خواص شیمیایی شباهت بسیار زیادی به دیمتوات دارد. امتوآت یک حشره‌کش و کنه‌کش سیستمیک بوده و برای کنترل کنه تار عنکبوتی پنبه (Tertranychus urticae) ترکیب مؤثری است.

۶-۴-۱۱ فورموتیون[2] ($C_6H_{12}O_4PS_2$)

فورموتیون با نام تجاری آنتیو (Anthio®)، میزان انحلال آن در آب 2.6 گرم در لیتر است اما در حلال‌های آلی به مراتب بیشتر می‌باشد. از لحاظ خواص شیمیایی تا حدودی شبیه دیمتوات است اما نسبت به آن در شرایط انبار و نیز حرارت بالا پایدارتر می‌باشد، در حالی که در شرایط طبیعی پایداری کمتری نسبت به دیمتوات دارد. تحت تأثیر اشعه ماورای بنفش به دیمتوات تبدیل می‌گردد. فورموتیون در بافت‌های گیاهی به سرعت تجزیه شده و به اسید دی‌متیل تیوفسفریک و اسید فسفوریک تبدیل می‌شود به‌طوری که پس از هشت روز باقی مانده آن به صفر می‌رسد. اما دیمتوات تا 20 روز در مقادیر بسیار کم درون بافت‌های گیاهی یافت می‌شود. فورموتیون دارای خاصیت سیستمیک بوده و روی کنه‌ها، حشرات مکنده، لاروهای جوان مگس‌ها، پروانه‌ها، مینوزها و نیز زنجرک ناقل بیماری کرلی‌تاپ (Curly Top) چغندر قند مؤثر است. روی حشرات مفید و زنبور عسل نیز اثرات کشنده دارد اما با توجه به پایداری اندک، در مدت زمان کوتاهی اثرات حشره‌کشی خود را در محیط از دست می‌دهد. خاصیت سیستمیک فورموتیون به علت متابولیسم آن در گیاه و تبدیل شدن آن به دمتوات می‌باشد که دارای سمیت بالایی است. سمیت فورموتیون نسبتاً کم بوده (LD50=370mg/kg) و تا حدودی حالت تجمعی دارد. این حشره‌کش به‌صورت فرمولاسیون امولسیون 25% در بازار وجود دارد و برای کنترل آفات پنبه مانند کنه تار عنکبوتی، شته‌ها و تریپس‌ها به میزان 0.5 کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار مصرف می‌شود.

1- Ometoate
2- Formothion

۵-۶ سایر ترکیبات فسفره

۱-۵-۶ تیومتون[1] ($C_6H_{15}O_2PS_3$)

تیومتون با نام‌های تجاری اکاتین (®Ekatin) و اباساید (®Ebacide)، یک حشره‌کش و کنه‌کش انتخابی با خاصیت سیستمیک است که به‌صورت امولسیون 25% عرضه می‌شود (LD50=120mg/kg). دوره کارنس تیومتون دو هفته است که به دلیل سمیت نسبتاً زیاد رعایت آن الزامی می‌باشد. علیه حشرات با قطعات دهانی مکنده (شته‌ها، تریپس‌ها و زنجرک‌ها) مؤثر است و میزان مصرف آن 1 تا 1.5 لیتر در هکتار می‌باشد. این حشره‌کش در خاک و نیز داخل گیاهان به سرعت اکسید شده و به سولفوکساید و سپس سولفنون تبدیل می‌شود.

۲-۵-۶ اتیون[2] ($C_9H_{22}O_4P_2S_4$)

نام تجاری اتیون، ®Rhodocide، ®Ethanox، ®Ethiol و ®Diethion می‌باشد. این ترکیب فاقد خاصیت سیستمیک بوده و به‌صورت امولسیون‌های 40% و 47%، گرانول 5% تا 10% و پودر وتابل 25% عرضه می‌شود (LD50=208mg/kg). مهم‌ترین مورد کاربرد آن علیه سپردارهای درختان میوه سردسیری و مرکبات می‌باشد. در زمستان برای از بین بردن تخم حشرات، کنه‌ها و بخصوص شپشک‌های گیاهی به نسبت 1.5 تا 2 در هزار به همراه روغن‌ها مصرف می‌گردد. بعضی از واریته‌های سیب (مانند سیب لبنانی زرد، Golden delicious) نسبت به این سم حساس هستند و لذا در مصرف آن‌ها باید دقت کافی نمود.

۳-۵-۶ پروپتامفوس[3] ($C_{10}H_{20}NO_4PS$)

پروپتامفوس با نام‌های تجاری ®Blotic و ®Safrotin، برای مبارزه با پارازیت‌های خارجی بدن دام‌ها و نیز سوسری‌ها و مگس‌ها کاربرد فراوانی دارد و یک سم تماسی و گوارشی می‌باشد. برای سمپاشی انبارهای خالی به منظور از بین بردن حشرات موجود در شکاف‌ها نیز توصیه می‌شود.

1- Thiometon
2- Ethion
3- Propetamphos

۶-۵-۴ متامیدوفوس (Metamidophos)

متامیدوفوس با نام تجاری تامارون (®Tamaron) علاوه بر خاصیت حشره‌کشی دارای خاصیت کنه‌کشی نیز می‌باشد. مهم‌ترین فرمولاسیون‌های آن شامل محلول‌های 25%، 50% و 60% می‌باشد. برای انسان و نیز سایر جانوران خونگرم بسیار سمی است (LD50=20mg/kg). علیه کنه‌ها، شته‌ها، سفید بالک‌ها و سایر آفات مکنده مؤثر است.

۶-۵-۵ هپتنوفوس[۱] ($C_9H_{12}ClO_4P$)

هپتنوفوس با نام‌های تجاری هوستاکوییک (®Hostaquick) و راگادان (®Ragadan)، یک حشره‌کش سیستمیک بوده و دارای اثری سریع اما کم دوام می‌باشد (LD50=96mg/kg). به‌صورت امولسیون غلیظ 50% به بازار عرضه شده و به‌دلیل خاصیت سیستمیک علیه شته‌های سبزی و جالیز، سفید بالک‌ها، پسیل‌ها، تریپس‌ها، برگخوار مصری پنبه (Prodenia littoralis) و نیز انگل‌های خارجی دام‌ها به نسبت یک در هزار به‌کار می‌رود. سمیت آن برای موش صحرایی از طریق دهان 109 تا 138 و از طریق پوست 2236mg/kg می‌باشد. قابلیت ترکیب با اغلب قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها را دارا بوده و برای زنبور عسل نیز بسیار سمی می‌باشد. هپتنوفوس دوام بسیار کمی در گیاه دارد به‌طوری که حداکثر در مدت زمان پنج روز در داخل گیاه تجزیه می‌شود و اثری از آن مشاهده نمی‌شود اما پایداری بسیار خوبی در شرایط انبار دارد.

۶-۵-۶ وامیدوتیون[۲] ($C_8H_{18}O_4NPS_2$)

وامیدوتیون با نام تجاری ®Kilval از سموم سیستمیک با خاصیت حشره‌کشی و کنه‌کشی می‌باشد که برای کنترل کنه تار عنکبوتی پنبه به‌کار می‌رود. دوام این ترکیب در طبیعت طولانی می‌باشد، اما در گیاهان اکسید شده و به Sulfoxide تبدیل می‌شود.

۶-۵-۷ دلناو (Delnav)

دلناو دارای اثر حشره‌کشی و کنه‌کشی می‌باشد و با اغلب حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها نیز قابل ترکیب است. مهم‌ترین فرمولاسیون آن، امولسیون 50% و گرد قابل تعلیق 25% می‌باشد (LD50=176mg/kg).

1- Heptenophos
2- Vamidothion

موارد کاربرد آن علیه انواع کنه‌های نباتی، شته‌ها، کرم سیب، کرم آلو و به میزان یک کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

۶-۵-۸ کوییناالفوس[1] ($C_{12}H_{15}O_3H_2PS$)

کوییناالفوس با نام تجاری ®Ekalux دارای خواص حشره‌کشی و کنه‌کشی و با طیف اثر نسبتاً وسیع می‌باشد.

۶-۵-۹ موینفوس[2] ($C_7H_{13}O_6P$)

موینفوس با نام‌های تجاری ®Phosdrin، ®Gesfid و ®Apavinphos، جزء سموم کم‌دوام می‌باشد به‌طوری که دوره کارنس آن 2 تا 3 روز است، اما سمیت آن بسیار زیاد است (LD50= 3-7mg/kg). طیف اثر وسیعی دارد و علاوه بر آفات، دشمنان طبیعی آن‌ها را نیز از بین می‌برد. دارای دو ایزومر سیس (Cis) و ترانس (Trans) می‌باشد که ایزومر سیس با توجه به گونه حشره، حدود 10 تا 100 برابر سمی‌تر از ایزومر ترانس است. ایزومر سیس بر خلاف ایزومر ترانس دارای دوام کمی می‌باشد. دوام موینفوس در آب بسیار اندک است از این‌رو برای زمان طولانی نباید در آب نگهداشته شود. کمی خاصیت سیستمیک دارد و به علاوه دارای خاصیت خورندگی فلزات نیز می‌باشد. علیه شته‌ها، کنه‌ها و لارو بال پولکداران مؤثر است.

۶-۵-۱۰ تریازوفوس[3] ($C_{12}H_{16}N_3O_3PS$)

تریازوفوس با نام تجاری هوستاتیون (®Hostathion)، طیف وسیع حشره‌کشی و تا حدودی خاصیت نماتدکشی و کنه‌کشی دارد. روی شته‌ها، مینوزها، سفید بالک‌ها و زنجره‌ها مؤثر است. از سموم بسیار کارآمد علیه پسیل پسته (Aganoscena Targionii) و نیز Agrotis sp می‌باشد. قابلیت سیستمیک ندارد اما خاصیت نفوذی خوبی دارد. به منظور کنترل حشرات خاکزی که باعث قطع ریشه گیاهان می‌شوند، تریازوفوس را می‌توان قبل از کاشت با خاک مخلوط نمود. به‌صورت امولسیون 40% و به نسبت 1.5 در هزار مصرف می‌شود (LD50=82mg/kg).

1- Quinalphos
2- Mevinphos
3- Triazophos

۱۱-۵-۶ متیداتیون[1] ($C_6H_{11}N_2O_4PS_3$)

متیداتیون با اسامی تجاری سوپراساید (Superacide®) و اولتراساید (Ultracide®)، طیف حشره‌کشی وسیعی روی آفات، دشمنان طبیعی آفات و نیز زنبور عسل دارد، به همین دلیل حشره‌کش مزبور از فهرست تمام برنامه‌های کنترل تلفیقی آفات (IPM) حذف شده است (LD50=25-45 mg/kg). این حشره‌کش به هر سه شکل تماسی، گوارشی و تنفسی روی آفات مؤثر است. با توجه به اثر قاطع آن بخصوص روی شته‌ها و آفات درختان میوه، باغداران تمایل زیادی به استفاده از آن دارند اما مصرف آن در اغلب مناطق دنیا ممنوع شده است. متیداتیون اندکی خاصیت کنه‌کشی نیز دارد. فرمولاسیون‌های رایج متیداتیون پودر وتابل 40% و امولسیون 40% می‌باشند. به دلیل خاصیت نفوذی این ترکیب، تأثیر مطلوبی روی شپشک‌های نباتی دارد.

۱۲-۵-۶ منوکروتوفوس[2] ($C_7H_{14}O_5NP$)

منوکروتوفوس با نام‌های تجاری Nuvacron®، Azodrin®، Monocil® و Apadrin®، یک ترکیب تماسی و سیستمیک با طیف وسیع حشره‌کشی و تا حدودی خاصیت کنه‌کشی می‌باشد. به‌منظور کنترل کنه تار عنکبوتی پنبه، کرم قوزه پنبه، کرم خوشه‌خوار انگور، پروانه‌های ساقه‌خوار و نیز مینوزهای برگی به‌کار می‌رود. روی واریته‌ی سیب قرمز (Red Delicious) و نیز درختان هلو و گیلاس ایجاد گیاه‌سوزی می‌کند. سمیت آن برای موش صحرایی 150 میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. روی برخی فلزات مانند آهن، برنج و نیز استیل خاصیت خورندگی دارد. جزء سموم خطرناک برای زنبور عسل و نیز پرندگان محسوب می‌گردد. مونوکروتوفس بر اثر تجزیه به ماده هیدروکسی متیل آمین تبدیل می‌شود که از لحاظ سمیت مشابه ترکیب اولیه می‌باشد. فرمولاسیون‌های رایج شامل امولسیون 24%، 40%، 57.5% و 60% و نیز گرانول 5% عرضه می‌شود که معمولاً به‌صورت 2.5 لیتر در هکتار می‌باشد. دوره کارنس این حشره‌کش سه هفته است.

۱۳-۵-۶ دی کروتوفوس[3] ($C_8H_{16}O_5NP$)

دی کروتوفوس با نام‌های تجاری Bidrin®، Ektafos® و Carbicron®، از سموم مؤثر علیه کنه قرمز مرکبات محسوب می‌شود. برای زنبور عسل خطرناک اما برای دشمنان طبیعی آفات خطر چندانی ندارد.

1- Methidathion
2- Monocrotophos
3- Dicrotophos

۱۴-۵-۶ کلرفنوینفوس[1] ($C_{12}H_{14}O_4Cl_3P$)

کلرفنوینفوس با نام تجاری Birlane® و Sapecron® در بازار وجود دارد که برای کنترل سپردارهای مرکبات، مگس ریشه کلم و نیز مگس ریشه قارچ‌های خوراکی به‌کار می‌رود.

۱۵-۵-۶ پروفنوفوس (Prophenophos)

پروفنوفوس با نام‌های تجاری Curacron®، Polycron® و Selecron®، حشره‌کشی تماسی و نفوذی و غیرسیستمیک است که تا حدودی خاصیت کنه‌کشی نیز دارد. یکی از سموم مؤثر علیه کرم قوزه پنبه می‌باشد.

۱۶-۵-۶ اتریمفوس[2] ($C_{10}H_{17}N_2O_4PS$)

تریمفوس با نام‌های تجاری اکامت (Ekamet®) و Satisfar®، جزء سموم تماسی ـ نفوذی با طیف اثر وسیع روی آفات متعدد می‌باشد. روی دشمنان طبیعی اثرات شدیدی ندارد و روی آفاتی مانند کرم سیب و سرخرطومی پنبه مؤثر است. با توجه به پایداری بسیار پایین اکامت، امکان نگهداری آن در انبارهای دارای دماهای پایین‌تر از 10- و بالاتر از 25 درجه سانتی‌گراد وجود ندارد. فرمولاسیون‌های این حشره‌کش به‌صورت امولسیون‌های 25% تا 50% و گرانول 5% عرضه می‌شوند. سمیت این ترکیب 800-1600mg/kg می‌باشد و به میزان 1 تا 1.5 لیتر در هکتار جهت کنترل آفاتی مانند سرخرطومی برگ یونجه، پسیل‌ها و لیسه‌های درختان میوه به‌کار می‌رود.

۱۷-۵-۶ فوکسیم[3] ($C_{12}H_{15}N_2O_3PS$)

نام‌های تجاری فوکسیم شامل وولاتون (Volaton®)، والکسون (Valexon®) و بایتیون (Baythion®) می‌باشد. حشره‌کش وولاتون در حقیقت ترکیبی از دو سم فوکسیم و پروپوکسور (Propoxur) بوده و علیه ملخ مراکشی و نیز سایر ملخ‌ها بخصوص در زمان‌های طغیان کاربرد دارد. ایزومریزاسیون فوکسیم که در حضور اشعه ماورای بنفش انجام می‌شود موجب تولید ماده TEEP می‌شود که سمیت بالایی دارد. مقاومت فرمولاسیون گرانول فوکسیم در خاک به مدت 2 تا 3 ماه می‌باشد و اثر منفی آن روی گیاهان تحت تیمار تاکنون به اثبات نرسیده است. سمیت این ترکیب 170 mg/kg (برای موش صحرایی)

1- Chlorfenvinfos
2- Etrimphos
3- Phoxim

می‌باشد و روش‌های متابولیزه شدت فوکسیم در بدن جانوران به روش‌های اتیلاسیون، اکسیداسیون و هیدرولیز است. فرمولاسیون‌های این ترکیب امولسیون 50% و پودر وتابل 5% می‌باشد. علاوه بر ملخ‌ها، سوسک کلرادو و نیز سوسک برگ‌خوار غلات توسط این حشره‌کش با موفقیت کنترل می‌شوند.

۶-۵-۱۸ تتراکلروین‌فس[1] ($C_{10}H_9O_4Cl_4P$)

تتراکلروین‌فس با نام‌های تجاری گاردونا (Gardona®)، آپکس (Apex®)، وینفوس (Vinfos®) و رابون (Rabon®)، در آب نامحلول اما در اغلب حلال‌های آلی قابل حل است. سمی با طیف وسیع حشره‌کشی اما ایمن برای پستانداران (LD50= 4000-5000 mg/kg) و نسبتاً ایمن برای پارازیتوییدها و شکارگران می‌باشد. روی حشرات مکنده تأثیر چندانی ندارد اما روی مگس‌ها، سخت‌بال‌پوشان و لارو پروانه‌ها بسیار مؤثر است. با اغلب حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها قابل ترکیب بوده اما در محیط‌های قلیایی ناپایدار است. این ترکیب به‌صورت‌های امولسیون 24%، پودر وتابل 50% و 75% و گرانول 5% در بازار وجود دارد و میزان کاربرد آن 250 تا 1500 گرم ماده خالص در هکتار است. گیاه‌سوزی آن روی برخی محصولات مانند پنبه، توتون و هندوانه را هنگام مصرف باید در نظر داشت.

۶-۵-۱۹ افوناک (Ofunack)

افوناک طیف حشره‌کشی نسبتاً وسیعی داشته و به‌صورت سمپاشی، مخلوط با خاک و نیز ضدعفونی بذور به‌کار می‌رود. روی پستانداران تأثیر بسیار جزئی دارد، زیرا به محض ورود سم به بدن، تجزیه شده و دفع می‌شود (LD50= 770 mg/kg).

۶-۵-۲۰ کرتکسی‌فس[2] ($C_4H_{19}O_6P$)

کرتکسی‌فس با نام تجاری Ciodrin® داری خواص حشره‌کشی علیه انگل‌های خارجی دام‌های اهلی می‌باشد.

۶-۵-۲۱ فنسولفوتیون[3] ($C_{11}H_{17}O_4PS_2$)

فنسولفوتیون با نام تجاری داسانیت (Dassanit®)، حشره‌کشی سیستمیک و تماسی است که دارای خاصیت نماتدکشی نیز می‌باشد.

1- Tetrachlorvinphos
2- Crotoxyphos
3- Fensulfothion

۲۲-۵-۶ دی‌سولفنون(Disulfenon) یا تیودمتن[1]($C_8H_{19}O_2PS_3$)

دی‌سولفنون با نام‌های تجاری ®Disyston و ®Dithiosystox، حشره‌کشی سیستمیک بوده و خاصیت کنه‌کشی نیز دارد. این سم در گیاهان به ترکیبات سولفونیوم که برای پستانداران بسیار سمی است، تبدیل می‌شود. دی سولفنون به دلیل دوام خوب در خاک، علیه حشرات خاکزی بسیار مؤثر است.

1- Thiodemeton

فصل هفتم

حشره‌کش‌های آلی مصنوعی - ترکیبات کاربامات
(Carbamate Insecticides)

آفت‌کش‌های کاربامات در حقیقت آخرین گروهی هستند که بازدارنده کولین استراز می‌باشند و از این نظر شبیه سموم فسفره هستند. این سموم در محل سیناپس‌های عصبی، آنزیم کولین استراز را از بین می‌برند و در نتیجه باعث تجمع استیل کولین می‌شود. نحوه درمان سموم کاربامات نیز مشابه سموم فسفره بوده و پادزهر آن‌ها نیز سولفات دو آتروپین است. از گروه کاربامات‌ها، ده‌ها ترکیب آفت‌کش ساخته و به بازار عرضه شده‌اند و ترکیباتی هستند که از نظر خواص مشابه Physostigmine یا Eserine (آلکالوییدی که از گیاه Physostigma veneno به‌دست می‌آید و سابقاً در بین سرخپوستان آمریکایی مصرف بسیار داشته است) می‌باشند. Physostigmine یک ماده قطبی است و با توجه به اینکه قابلیت انحلال در چربی‌ها را ندارد، لذا نمی‌تواند در کوتیکول حشرات نفوذ نماید. از طرف دیگر با توجه به قطبی بودن و در نتیجه یونیزه شدن، نمی‌تواند به عنوان یک حشره‌کش کارآمد باشد، زیرا غشای سلول‌های عصبی حشرات به یون‌ها قابل نفوذ نیستند.

اولین سری از ترکیبات کاربامات در سال ۱۹۳۱ به‌طور مصنوعی ساخته و به بازار عرضه شدند. اما آن سری از ترکیبات به دلایل مختلف بخصوص عدم تأثیر کافی روی غلاف‌های رشته‌های عصبی و نیز عدم نفوذ به کوتیکول حشرات موفق نبودند. اما در سال‌های بعد اشکالات مزبور برطرف شده و ترکیبات جدیدی مانند تیرام (Thiram) عرضه شدند. بعضی دیگر از این ترکیبات مانند نابام (Nabam) علاوه بر خاصیت قارچ‌کشی، خاصیت کنه‌کشی نیز داشتند، اما اولین ترکیب حشره‌کش از گروه کاربامات‌ها که به بازار عرضه شد، ترکیبی به‌نام Dimeta بود که در سال ۱۹۴۰ سنتز گردید. متعاقب آن، ترکیبات حشره‌کش دیگری از گروه کاربامات‌ها سنتز گردیدند. به‌طور کلی زیربنای تمام ترکیبات کاربامات، اسید کاربامیک (NH_2COOH) است. در فرمول مزبور به‌جای H_2، بنیان‌های متیل، اتیل، پروپیل و غیره جایگزین می‌شوند، اما به‌جای اتم H (در COOH) ترکیباتی مانند فنل، نفتالین و ترکیبات مشابه قرار

می‌گیرند. این ترکیبات ممکن است دارای خواص حشره‌کشی، قارچ‌کشی، کنه‌کشی و علف‌کشی باشند. ماده خالص این ترکیبات معمولاً جامد، متبلور و سفید رنگ و با نقطه ذوب بالا و فشار بخار پایین هستند و لذا عمر انبارداری آن‌ها طولانی است. سازگاری آن‌ها با سایر آفت‌کش‌ها بسیار مطلوب است اما تحت شرایط محیطی مانند نور، حرارت و مواد قلیایی به تدریج تجزیه می‌شوند و به CO_2 و آمین‌های ساده تبدیل می‌گردند. کاربامات‌ها با توجه به اینکه به‌جای اتم H در COOH؛ چه گروهی جایگزین شود، ترکیبات مختلفی دارند که در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱-۷ گروه نفتیل کاربامات‌ها

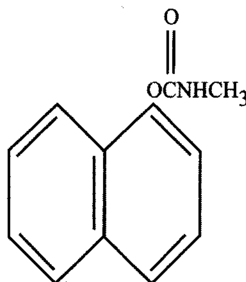
۱-۱-۷ کارباریل سوین[1] ($C_{12}H_{11}O_2N$)

کارباریل (شکل ۱-۷) با نام‌های تجاری سوین (Sevin)، سمی‌وین (Semevin) و سویمول (Sevimol)، جزء پرمصرف‌ترین سموم کاربامات است و دلیل آن نیز امنیت نسبی آن می‌باشد. سوین در سال ۱۹۵۶ توسط کارخانه Union Carbide آمریکا ساخته و به بازار عرضه شد. در 142 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود، به کندی تبخیر می‌شود اما دوام آن نسبتاً خوب است. در محیط‌های قلیایی به سرعت هیدرولیز شده و به1- نفتول تبدیل می‌گردد. به طرق گوارشی و تماسی باعث تلفات حشرات می‌شود و البته تا حدودی خاصیت سیستمیک نیز دارد. طیف وسیع حشره‌کشی داشته و بخصوص روی انواع مگس‌ها، شته‌ها و کنه‌ها تأثیر مطلوبی دارد. سوین از جمله حشره‌کش‌های نادری است که علاوه بر حشرات، روی نرم‌تنان زیان‌آور نیز تأثیر خوبی دارد و مانند متالدیید تلفات قابل ملاحظه‌ای به آن‌ها وارد می‌کند. سوین روی کنه‌های نباتی بی‌اثر است اما روی طیف وسیعی از کنه‌های حیوانی مؤثر می‌باشد. فرمولاسیون آن به‌صورت پودر وتابل 50% و 85% می‌باشد که به میزان 1 تا 2.5 کیلو گرم در هکتار به‌کار می‌رود. همچنین فرمولاسیون امولسیون آن با نام تجاری Sevimol® در دسترس می‌باشد. سمیت آن برای پستانداران نسبتاً پایین است (LD50=500-700mg/kg). سوین داخل بدن پستانداران به تدریج تجزیه شده و پس از تبدیل به 1- نفتول از طریق ادرار دفع می‌شود. آزمایشات انجام شده روی خوکچه هندی نشان می‌دهد که سوین تا حدودی دارای خاصیت غده‌زایی (Teratogen) می‌باشد.

کاربرد سوین بخصوص در مورد آفات پنبه، علوفه، درختان میوه، جنگل و به‌طور کلی برای مبارزه با لارو پروانه‌ها سخت‌بالپوشان، سن‌ها و عده دیگری از آفات می‌باشد. به‌علاوه برای مبارزه با لارو آنوفل

1- Carbaryl®

(Anophel spp.) و به‌طور کلی به عنوان Larvicide مؤثر است. بر خلاف د.د.ت و سایر ترکیبات کلره وقتی روی علوفه مصرف شود، وارد شیر گاو و سایر نشخوارکنندگان نمی‌شود. طریقه مصرف آن به‌صورت محلول‌پاشی، طعمه مسموم و مخلوط کردن با خاک می‌باشد. سوین دارای خاصیت کنترل رشد گیاه نیز می‌باشد، به‌طوری که در غلظت‌های پایین (0.5 ppm) و بعد از باز شدن کامل گل‌ها برای تنک کردن میوه‌ها از آن استفاده می‌کنند. با توجه به اینکه سوین باعث ریزش گل در درختان می‌شود، بنابراین توصیه می‌شود که 15 روز پس از ریزش گل‌های گیاهان از این حشره‌کش استفاده شود.



شکل ۱-۷ فرمول ساختمانی کارباریل یا سوین از گروه نفتیل کاربامات‌ها

۲-۷ گروه فنیل کاربامات‌ها

مهم‌ترین سموم گروه فنیل کاربامات‌ها شامل سه ترکیب زکتران، پروپوکسور و مزورول می‌باشند که توضیح مختصری در رابطه با آن‌ها ارائه می‌شود.

۱-۲-۷ مگزاکاربات (Mexacarbate)

مگزاکاربات با نام تجاری زکتران (Zectran®)، ماده‌ای جامد، متبلور و سفید رنگ است که در 85 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در آب به مقدار اندک اما در حلال‌های آلی به خوبی حل می‌شود. فشار بخار آن کم می‌باشد و سرعت تبخیر بالایی دارند. دوام آن در محیط‌های قلیایی بسیار اندک بوده و به سرعت هیدرولیز می‌شود، اما دوام آن در طبیعت خیلی زیاد است. زکتران ضمن داشتن اثر تماسی، خاصیت سیستمیک نیز دارد و طیف وسیعی از حشرات را می‌تواند کنترل نماید، اما معمولاً برای کنترل حشرات مکنده مانند تریپس‌ها، زنجرک‌ها، شپشک‌های نباتی، بعضی سخت‌بال‌پوشان، کنه‌های نباتی، عنکبوت‌ها و حلزون‌ها به میزان یک کیلوگرم در هکتار کاربرد دارد. مهم‌ترین فرمولاسیون‌های آن امولسیون و پودر وتابل 25% می‌باشند (LD50=15-63 mg/kg).

۷-۲-۲ پروپوکسور[1] ($C_{11}H_{15}NO_3$)

پروپوکسور دارای اسامی تجاری متعددی شامل بایگون (®Baygon، ®OMS 33، ®Bayer 39007، ®Blattanea، ®Sendrone و ®Arbrocarb) می‌باشد و بعد از سوین شهرت زیادی یافته است. تأثیر آن روی انواع حشرات بخصوص پشه‌ها و مگس‌ها بسیار زیاد است و از این لحاظ در تهیه آئروسل‌های خانگی کاربرد زیادی دارد. فرمولاسیون‌های مهم آن شامل گرانول 1%، امولسیون 20% و آئروسول 2% می‌باشد. به‌واسطه دوام زیادی علیه انواع آفات بهداشتی مانند سوسری‌ها، عنکبوت‌ها، مورچه‌ها و سن‌ها بسیار مؤثر است و تا حدود یک ماه پس از سمپاشی خواص سمی خود را حفظ می‌کند. مقدار مصرف پروپوکسور دو گرم در متر مربع است، اما با توجه به گران‌تر بودن آن در مقایسه با سوین، مصرف آن در کشاورزی اندک است، زیرا سوین تمام خواص پروپوکسور را دارا می‌باشد. پروپوکسور یک ترکیب سریع‌الاثر بوده و خاصیت به زمین انداختن (Knock Down) مطلوبی دارد (LD50= 95-104mg/kg). جزء سموم خطرناک برای زنبور عسل می‌باشد لذا از به‌کارگیری آن در زمان گل‌دهی گیاهان باید اجتناب نمود. پروپوکسور در صورتی که در خاک به‌کار برده شود، از راه ریشه جذب گیاه شده و از طریق آوندها جابه‌جا می‌شود (خاصیت سیستمیک).

۷-۲-۳ مزورول (®Mesurol)

مزورول نام تجاری ترکیبی به‌نام Mercaptodimethur است که نام تجاری دیگر آن Methiocarb می‌باشد. به‌صورت جامد متبلور و سفید است که در 121 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی حل می‌شود. سمیت آن چندان زیاد نیست (LD50=130 mg/kg) و به دو صورت تماسی و گوارشی اثر می‌کند. ساختمان آن بسیار شبیه بایگون است و عمدتاً علیه آفاتی مانند آفات پنبه، گیاهان زینتی، سبزیجات، درختان میوه و بسیاری از آفات مکنده و جونده به‌کار می‌رود. علاوه بر آن برای کنترل انواع حلزون‌ها از سموم بسیار مؤثر محسوب می‌گردد. همچنین دارای خاصیت دورکنندگی علیه پرندگان نیز می‌باشد. مهم‌ترین فرمولاسیون این ترکیب پودر وتابل 40% می‌باشد که به منظور کنترل نرم‌تنان به میزان 25 کیلوگرم در هکتار به‌صورت طعمه مسموم مصرف می‌شود. مزورول جهت ضدعفونی بذور نیز ترکیبی مناسب می‌باشد. برای زنبور عسل به شدت سمی است و همچنین باعث ریزش گل‌های گیاهان می‌شود.

1- Propoxur

۷-۳ گروه دی‌متیل کاربامات‌های هتروسیکلیک

گروه دی‌متیل کاربامات‌های هتروسیکلیک شامل پیرولان، ایزولان و دی‌متیلان و پریمیکارب می‌باشد که در زیر بررسی می‌شوند.

۷-۳-۱ پیرولان[1] ($C_{13}H_{16}N_3O_2$)

پیرولان یکی از سموم مؤثر و مطلوب علیه شته‌ها و مگس‌ها بوده و با سمیت متوسط (LD50=90mg/kg) دارای دوام مطلوبی نیز می‌باشد.

۷-۳-۲ ایزولان[2] ($C_{10}H_{17}O_2N_3$)

ایزولان علاوه بر زمینه‌های کاربرد پیرولان، علیه تریپس‌ها نیز سم مؤثری می‌باشد. همچنین سمیت این ترکیب در مقایسه با پیرولان بیشتر بوده و از لحاظ سرعت اثر بر پیرولان برتری دارد.

۷-۳-۳ دی‌متیلان (Dimethilan)

دی‌متیلان اساساً برای مبارزه با مگس‌ها بخصوص مگس‌های بهداشتی در منازل فرموله شده است و به‌صورت نوارهای مخصوص به رنگ قرمز به‌کار می‌رود. در این فرمولاسیون، سم روی نوار نفوذ داده شده و نوار محتوی سم در محل‌های پرواز مگس‌ها آویزان می‌شود. دلیل رنگ قرمز نوارها این است که رنگ قرمز موجب جلب مگس‌ها می‌شود و به این ترتیب مگس‌ها به واسطه تماس با نوار سمی کشته می‌شوند. نوارهای سمی به‌منظور افزایش دوام هر روز مرطوب نگه داشته می‌شوند. جزء سموم خطرناک برای انسان می‌باشد (LD50= 50mg/kg) و پادزهر آن سولفات آتروپین است.

۷-۳-۴ پریمیکارب[3] ($C_{11}H_{18}N_4O_2$)

پریمیکارب با نام تجاری پریمور (Primor®)، جزء ناپایدارترین سموم کاربامات می‌باشد. معمولاً به‌صورت فرمولاسیون پودر وتابل 50% عرضه می‌گردد اما گاهی به شکل مواد دودزا (Smoke Generator) فرموله می‌شود. جزء ترکیبات هتروسیکلیک می‌باشد که دارای اثر انتخابی و سریع می‌باشد که البته تا حدودی خاصیت تدخینی نیز دارد. پریمیکارب علیه شته‌ها بخصوص شته‌های

1- Pyrolan
2- Isolan
3- Pirimicarb

مقاوم به سموم فسفره به‌کار می‌رود و در واقع یک شته‌کش انتخابی می‌باشد. از طریق ریشه گیاهان تحت تیمار جذب شده و به‌وسیله آوندهای چوبی به تمام قسمت‌های گیاه منتقل می‌گردد و به‌علاوه خاصیت نفوذی بالایی از طریق برگ‌ها دارد. مقدار مصرف آن 0.5 تا 0.7 در هزار می‌باشد. پریمیکارب با تمام آفت‌کش‌هایی که دارای pH خنثی باشند، قابلیت ترکیب دارد. فاقد خاصیت گیاه‌سوزی است که به این ترتیب به گل‌ها، میوه‌ها و برگ‌های گیاهان خسارتی وارد نمی‌کند، لذا هنگام گل‌دهی گیاهان قابل استفاده می‌باشد.

۷-٤ گروه متیل کاربامات‌های هتروسیکلیک

مهم‌ترین ترکیبات آفت‌کش موجود در گروه متیل کاربامات‌های هتروسیکلیک دو ترکیب کاربوفوران و بندیوکارب می‌باشد که مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۷-۴-۱ کاربوفوران[1] ($C_{12}H_{15}NO_3$)

کاربوفوران با نام‌های تجاری فورادان (Furadan®)، کورارتر (Curarter®) و یالتوکس (Yaltox®)، از ترکیبات رایج کاربامات‌ها می‌باشد که بیشترین مصرف را بعد از سوین دارد. پایداری آن در طبیعت زیاد است به‌طوری که 30 الی 117 روز در خاک باقی می‌ماند و لذا می‌تواند به عنوان یکی از سموم مؤثر علیه آفات ریشه محسوب شود. فرمولاسیون‌های کاربوفوران شامل گرانول 3% و 10% و پودر وتابل 75% می‌باشد و به طرق گوارشی و سیتمیک باعث مسمومیت حشرات می‌شود که به این ترتیب برای حشرات جونده و مکنده به‌کار می‌رود. این حشره‌کش برای کنترل انواع آفات ریشه مانند کرم سفید، کرم مفتولی، کرم ساقه‌خوار برنج (گرانول 3%)، سرخرطومی و آفات مکنده مانند شته‌ها، تریپس‌ها، پسیل‌ها، زنجره‌ها، کک‌های نباتی و نیز نماتدها قابل استفاده است. کاربوفوران خاصیت تجمعی ندارد، بنابراین در مواردی که دوام سم مد نظر باشد، بخصوص برای آفات علوفه‌ای از سموم بسیار مؤثر می‌باشد. سمیت کاربوفوران از طریق گوارشی بسیار زیاد (LD50=11mg/kg)، اما از نظر تماسی سمیت زیادی ندارد (LD50=10000 mg/kg). بنابراین هنگام مصرف باید دقت کافی شود تا وارد بدن پستانداران نشود.

۷-۴-۲ بندیوکارب[2] ($C_{11}H_{13}NO_4$)

نام‌های تجاری مهم این حشره‌کش شامل Newmil، Geedox و Ficam می‌باشد. این سم دارای خاصیت

1- Carbofuran
2- Bendiocarb

تماسی، گوارشی و تا حدودی سیستمیک است و روی انواع حشرات خانگی و آفات انباری مؤثر است، ترکیبی مؤثر علیه سوسری‌ها بوده و در محل تجمع سوسری‌ها پاشیده می‌شود. مهم‌ترین فرمولاسیون‌های آن گرانول 3 و 10 درصد و پودر وتابل 80% است همچنین به‌صورت ULV نیز فرموله می‌شود. درجه سمیت آن 40-156 mg/kg می‌باشد.

۷-۴-۳ پرومکارب[1] ($C_{12}H_{17}NO_2$)

نام تجاری این ترکیب، Carbamult® می‌باشد. این حشره‌کش از طریق گوارشی و تنفسی مؤثر است و فاقد خاصیت سیستمیک است. یکی از ترکیبات کارآمد علیه سوسک کلرادوی سیب‌زمینی و نیز لارو پروانه‌ها می‌باشد. مهم‌ترین فرمولاسیون‌های آن شامل امولسیون 25% و پودر وتابل 49% می‌باشد. جزء سموم کم‌خطر می‌باشد (LD50=9078 mg/kg) و در اثر متابولیسم به متیل‌آمین و دی‌اکسیدکربن تجزیه می‌شود.

۷-۴-۴ اتیوفنکارب[2] ($C_{11}H_{15}NO_2S$)

نام تجاری این ترکیب، Croneton® می‌باشد که در محیط‌های اسیدی و خنثی دارای پایداری مطلوب اما در محیط‌های قلیایی بسیار ناپایدار است. خاصیت سیستمیک و نیز شته‌کشی مطلوبی دارد. فرمولاسیون گرانول 10% و امولسیون 50% این ترکیب به بازار عرضه شده است و میزان مصرف آن 50 گرم ماده خالص در 100 لیتر آب می‌باشد. فاقد اثر گیاه‌سوزی روی محصولات می‌باشد و نیز امولسیون آن روی زنبور عسل سمیت زیادی دارد که به همین دلیل فرمولاسیون گرانول آن به دلیل عدم تأثیر روی زنبور عسل و دشمنان طبیعی، بیشتر از فرم امولسیون توصیه می‌گردد (LD50=411-499mg/kg). متابولیسم اتیوفنکارب منجر به دفع مواد سمی سولفون و سولفوکساید از طریق ادرار می‌شود.

۷-۴-۵ کلوتوکارب[3] ($C_{11}H_{14}ClNO_4$)

نام تجاری این حشره‌کش، لانس (Lance®) است که دارای خواص تماسی، گوارشی، نفوذی و سیستمیک می‌باشد. یکی از سموم کارآمد در کنترل آفات خاکزی مانند نماتدهای سیب‌زمینی و دانه‌های روغنی، پنبه و ذرت محسوب می‌شود که به میزان 0.3 تا 1.5 کیلوگرم ماده خالص در هکتار کاربرد دارد. فرمولاسیون‌های رایج این ترکیب گرانول‌های 5%، 10% و 15% می‌باشند

1- Promecarb
2- Ethiofencarb
3- Clothocarb

.(LD50=4.35mg/kg)

۵-۷ کاربامات‌های گروه اکسیم (Oximes)

این ترکیبات چندان معروف نیستند اما حداقل یک ترکیب بسیار مشهور آن آلدیکارب می‌باشد. مهم‌ترین ترکیبات گروه اکسیم‌ها در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱-۵-۷ آلدیکارب[1] ($C_7H_{12}N_2O_2S$)

آلدیکارب با نام تجاری Temik® در شرکت Union Carbide آمریکا ساخته شده است. آلدیکارب یک حشره‌کش، کنه‌کش و نماتدکش است و جزء سموم بسیار بادوام می‌باشد، به‌طوری که حداقل تا سه ماه اثر حشره‌کشی آن در گیاه محفوظ است که به همین دلیل قبل از کاشت گیاه نیز می‌تواند مصرف شود. اما در محیط‌های قلیایی بسیار ناپایدار است و پس از اکسیداسیون به سولفوکساید و سولفون تبدیل می‌شود. مشکل اصلی آن سمیت بسیار زیاد می‌باشد (LD50= 0.9 mg/kg) که به همین دلیل کاربرد آن بسیار محدود شده است و در صورت استفاده، فقط به‌صورت گرانول 10% فرموله شده و به میزان 0.5 تا 1 کیلوگرم در هکتار به‌کار می‌رود که از طریق ریشه جذب گیاه می‌شود. این ترکیب بر اثر اکسیداسیون در گیاهان به سولفوکسید و در نهایت به سولفون تبدیل می‌شود. موارد کاربرد آلدیکارب علیه آفات مکنده بخصوص شته‌ها، تریپس‌ها و نیز کنه‌ها، نماتدها و سن‌ها می‌باشد. بخارات این سم نیز بسیار سمی بوده و در مدت پنج دقیقه باعث مرگ موش‌ها می‌شود.

۲-۵-۷ تیودیکارب[2] ($C_{10}H_{18}N_4O_4S_3$)

تیودیکارب با نام‌های تجاری Larvin®، Securex®، Nivral® و Dicarbasolf®، جزء سموم گوارشی و تا حدودی تماسی می‌باشد که خاصیت تخم‌کشی نیز دارد. مهم‌ترین فرمولاسیون‌های رایج تیودیکارب در بازار شامل پودر وتابل 80% و امولسیون 45% می‌باشد که تحت نام لاروین DF_{80} به بازار عرضه می‌شود که به ترتیب به میزان یک کیلوگرم و 2.5 لیتر در هکتار به‌کار می‌رود. این حشره‌کش از طریق خاک و به‌وسیله ریشه گیاهان نیز جذب می‌گردد که به این ترتیب برای کنترل کرم‌های طوقه‌بر و مگس‌های بذرخوار بخصوص در مزارع ذرت، سورگوم، بادام زمینی و کلم مؤثر است. به‌منظور حفظ بذور از خسارت مگس‌های بذرخوار، بذور را با محلول سمی آغشته می‌نمایند. تیودیکارب همچنین جزء سموم کارآمد

1- Aldicarp
2- Thiodicarb

روی پروانه چوب‌خوار پسته و نیز کرم قوزه پنبه محسوب می‌شود (LD50=66mg/kg). خاصیت آفت‌کشی خود را برای مدت 14 روز حفظ می‌نماید. با توجه به اینکه اثر تماسی کمی دارد، لذا روی زنبور عسل و نیز تعدادی از دشمنان طبیعی مانند .Trichogramma spp، Chrysoperla carnea (بالتوری سبز) و سن‌های شکارگر Geocoris spp. چندان خطرناک نیست. تیودیکارب در بدن حشرات هیدرولیز شده و به ماده متومیل (Methomyl) که آن هم یک حشره‌کش است، تبدیل می‌شود.

۷-۵-۳ متومیل[۱] ($C_5H_{10}N_2O_2S$)

متومیل با نام‌های تجاری ®Nudrin و ®Lannate، حشره‌کشی است که معمولاً روی اندام‌های هوایی گیاهان پاشیده شده و جهت کنترل طیف وسیعی از آفات گیاهان زراعی، زینتی و علوفه‌ای بخصوص شته‌ها کاربرد دارد. همچنین دارای خاصیت سیستمیک می‌باشد و از طریق ریشه جذب شده و به اندام‌های هوایی گیاهان منتقل می‌شود. فرمولاسیون مهم آن پودر وتابل و نیز مایع قابل حل در آب می‌باشد (LD50=78mg/kg).

۷-۵-۴ بن‌فوراکارب[۲] ($C_{20}H_{30}N_2O_5S$)

نام تجاری این ترکیب، ®Oncol می‌باشد که دارای خاصیت تماسی و گوارشی می‌باشد و علیه آفات خاکزی (بخصوص کرم‌های مفتولی) بسیار مؤثر است که برای این منظور به میزان 0.5 تا 2.5 کیلوگرم در هکتار به‌کار می‌رود. پایداری این حشره‌کش در برابر نور آفتاب بسیار کم می‌باشد و پس از چند ساعت تجزیه می‌شود که به همین دلیل توصیه می‌شود از قرار دادن آن در ظروف شیشه‌ای و در برابر خورشید اجتناب شود. مهم‌ترین فرمولاسیون‌های این حشره‌کش، گرانول 3%، 5% و 10%، پودر وتابل 40% و امولسیون 20% و 30% می‌باشند (LD50= 135mg/kg).

۷-۵-۵ فوراتیونکارب[۳] ($C_{18}H_{28}N_2O_5S$)

نام تجاری این ترکیب ®Deltanet می‌باشد که در اغلب حلال‌های آلی قابل حل است. فرمولاسیون‌های رایج آن گرانول و امولسیون‌های غلیظ می‌باشند. جزء سمومی است که خواص تماسی، گوارشی و سیستمیک را به‌صورت توأم دارا می‌باشد. موارد مهم کاربرد آن علیه آفات ذرت، کلزا، چغندر قند و آفتاب‌گردان است (LD50=52mg/kg). جزء سموم بسیار خطرناک برای زنبور عسل محسوب می‌شود. با

1- Methomyl
2- Benfuracarb
3- Furathioncarb

توجه به اینکه روی پوست بدن و نیز در چشم ایجاد حساسیت‌های متوسطی می‌کند لذا کاربرد آن باید با احتیاط صورت گیرد.

۶-۵-۷ اگزامیل[1] ($C_7H_{13}N_3O_5$)

اگزامیل با نام‌های تجاری ®Vydate جزء سموم سیستمیک و نفوذی می‌باشد که هم از طریق ریشه گیاهان و هم از طریق سطح برگ‌ها جذب گیاه شده و پس از انتقال به قسمت‌های مختلف روی کنه‌ها، حشرات و نماتدها مؤثر است. این آفت‌کش در خاک، در برابر اشعه ماوراء بنفش، در دمای بالا و نیز در محیط‌های قلیایی تجزیه می‌شود. جزء سموم بسیار مؤثر علیه آفات مختلف محسوب می‌شود (LD50=4.5mg/kg) و مقدار مصرف آن حدود یک کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار می‌باشد.

۷-۵-۷ بوتاکسی کربوکسیم[2] ($C_7H_{14}N_2O_4S$)

بوتاکسی کربوکسیم با نام تجاری ®Plantpin جزء حشره‌کش‌های گوارشی و سیستمیک می‌باشد که علیه شته‌ها، زنجرک‌های گیاهی و نیز برخی آفات خاکزی قابل کاربرد است. این ترکیب در محیط‌های اسیدی و قلیایی پایداری اندکی دارد و به سرعت هیدرولیز می‌شود. در آب و نیز سایر حلال‌های قطبی قابلیت انحلال دارد. مهم‌ترین فرمولاسیون این حشره‌کش به صورت میکروکپسول‌های 8×4 میلی‌متر می‌باشد که هر کپسول حاوی 50 میلی‌گرم ماده مؤثر است. پس از کاربرد میکروکپسول‌ها در خاک، بیش از 90% ماده مؤثر در مدت 2 روز از کپسول‌ها خارج شده و در محیط منتشر می‌گردند و خاصیت حشره‌کشی برای مدت 40 روز به‌طور کامل حفظ می‌شود. دوره پایداری این میکروکپسول‌ها در خاک حدود 80 روز می‌باشد که البته با گذشت زمان مقدار ماده مؤثر به شدت کاهش می‌یابد و به حدود 10% تا 15% مقدار اولیه کاهش می‌یابد. سمیت این ترکیب از طریق پوست بیشتر از گوارشی است به‌طوری که LD50 آن از طریق پوست 288 mg/kg، اما از طریق گوارشی 458 mg/kg می‌باشد.

۸-۵-۷ بوتوکربوکسیم[3] ($CH_{14}N_2O_2S$)

نام‌های تجاری بوتوکربوکسیم شامل ®Drawin و ®Afilin می‌باشد. این حشره‌کش دارای خواص تماسی، گوارشی و سیستمیک می‌باشد که توانایی جذب از طریق ریشه گیاه و انتقال به قسمت‌های مختلف گیاهان را دارا می‌باشد. جزء سموم مؤثر روی شته‌ها و سایر حشرات مکنده محسوب می‌شود

1- Oxamyl
2- Butaxy Carboxim
3- Butocarboxim

(LD50=153-215mg/kg). دارای پایداری مطلوبی در محیط‌های مختلف می‌باشد اما در برابر اسیدها و بازهای بسیار قوی ناپایدار است و تجزیه می‌شود. نیمه عمر آن نیز حدود 3 تا 5 روز می‌باشد. متابولیسم آن در داخل خاک و گیاه به این صورت است که بخشی از متیل‌آمین جدا شده و اتم گوگرد (S) اکسید می‌شود و به سولفید و سولفان تبدیل می‌گردد. قابلیت انحلال در آب را به مقدار جزئی و در سایر حلال‌های آلی را به خوبی داراست. مهم‌ترین فرمولاسیون این حشره‌کش، مایع است که در این حالت به‌صورت مخلوط با ماده دیگری به‌نام تریفورین (Triforine) عرضه می‌شود.

فصل هشتم

گروه‌های دیگر سموم

علاوه بر گروه‌های اصلی سموم یعنی سموم کلره، فسفره و کاربامات، ترکیبات دیگری نیز وجود دارند که بر اساس دارا بودن یک نوع اتم خاص یا مکانیسم تأثیر منحصر به‌فرد، در گروه‌های بخصوصی قرار می‌گیرند که مهم‌ترین گروه‌ها به اختصار در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱-۸ تیوسیانات‌ها

این ترکیبات سابقه طولانی دارند، به‌طوری که از سال ۱۹۳۲ در بازار مصرف به فراوانی وجود داشتند. اما بعد از کشف د.د.ت، به سبب مشکلاتی که داشتند مصرف آن‌ها محدود شد. این ترکیبات، عمدتاً علیه مگس‌ها به‌کار می‌روند که دلیل این امر تأثیر شدید و ضربه‌ای (Knock Down) آن‌ها می‌باشد. برای این منظور در منازل، اصطبل‌ها و مرغداری‌ها برای کنترل مگس‌ها و نیز حشرات دیگر مانند شته‌ها، تریپس‌ها و زنجرک‌ها به‌کار می‌روند. جزء سموم موفق و کارآمد بخصوص در مورد مگس‌ها بوده‌اند، زیرا تاکنون گزارشی در رابطه با پیدایش پدیده مقاومت در برابر آن‌ها ارائه نشده است. با توجه به اینکه بوی نامطبوعی دارند لذا در صورت سمپاشی در اماکن سربسته، انسان خیلی زود از وجود آن‌ها آگاه می‌شود. بعضی از ترکیبات تیوسانات از جمله ترکیبات متیل و اتیل، به عنوان سموم تدخینی نیز مصرف می‌شوند. تیوسانات‌ها اگرچه روی طیف وسیعی از آفات مؤثر هستند، اما اکثر گیاهان نسبت به آن‌ها حساس می‌باشند که به همین دلیل مصرف آن‌ها روی گیاهان بسیار محدود شده است. بعضی از ترکیبات مهم آن با نام تجاری Lethane® عرضه شده‌اند.

۱-۱-۸ Lethane-60 (لتان - 60)

لتان - 60 مایعی به رنگ زرد کهربایی است که در اغلب حلال‌های آلی حل می‌شود اما در آب نامحلول

مـی‌باشـد. ایـن ترکیـب از راه‌هـای تماسـی و گوارشـی موجـب مـسمومیت حـشرات مـی‌شـود (LD50=500mg/kg).

۸-۱-۲ Lethane-384 (لتان - 384)

لتان - 384 مایعی قهوه‌ای رنگ است که در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی محلول است. کـاربرد آن عمدتاً برای کنترل حشرات در اماکن سربسته و بخصوص مبارزه علیه آفات خـانگی مـی‌باشـد. تـأثیر آن روی حشرات بیشتر از Lethane-60 است (LD50=90mg/kg).

۸-۱-۳ تانیت[1] ($C_{13}H_{19}NO_2S$)

تانیت به‌صورت مایع بوده و در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی محلـول اسـت. از ترکیبـات مـؤثر روی دوبالان می‌باشد و در این رابطه کاربرد زیادی دارد. همچنین به عنوان سینرژیست همراه با پیرتـرین‌هـا نیز مصرف می‌شود. اثر گیاه‌سوزی قابل ملاحظه‌ای دارد که به همـین دلیـل کـاربرد آن چنـدان وسـیع نمی‌باشد. تانیت دارای حلقه فنلی با پل متان Metano-bridge می‌باشـد امـا لتـان‌هـا (Lethane) فاقـد حلقه فنلی می‌باشند.

۸-۱-۴ فنوتیازین[2] ($C_{12}H_9N_5$)

فنوتیازین به‌صورت جامد، متبلور و با درجه ذوب 185 درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ترکیبی است به عنوان لاروکش که عمدتاً برای کنترل لارو پشه‌ها در اماکن آبی مانند استخرها، شالیزارها و اماکن مشابه بسیار مؤثر است.

۸-۲ دی‌نیتروفنل‌ها (Dinitrophenoles)

ترکیبات مشتق از فنل و کروزول هـستند کـه اکثـراً خاصـیت حـشره‌کـشی دارنـد. عـلاوه بـر خاصـیت حشره‌کشی، خاصیت کنه‌کشی، قارچ‌کشی و علف‌کشی نیز دارند. به‌طور کلی نیتروفنل‌هـا (یـا ترکیبـات صمغی یا Phenolic Compounds) برای هر نوع سلول زنده‌ای کشنده می‌باشند و لذا مصرف آن‌هـا روی گیاهان در طول رویش مجاز نیست و فقط در هنگام زمستان می‌توان از آن‌ها استفاده کرد. نیتروفنل‌هـا عموماً دارای آن فرمول عمومی هستند که در محل کربن دوم R ممکن است ریـشه‌هـای مختلفـی قـرار

1- Thanite
2- Phenothiazine

گیرد، مانند متیل که در این صورت ترکیبی به‌نام دی‌نیتروکروزول حاصل می‌شود. این ترکیب تحت اسامی مختلف از جمله DNOC به بازار عرضه شده است که زرد رنگ بوده و در 85 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. برای تهیه آن از نیتراسیون کروزول به‌وسیله مخلوط سولفونیتریک استفاده می‌شود. فشار بخار در 25 درجه سانتی‌گراد معادل 5.2×10^{-5} است. در آب به مقدار اندک اما در حلال‌های آلی به مقادیر متفاوت حل می‌شود. همچنین نمک‌های کلسیم، آمونیم و پتاسیم این ترکیب در آب به خوبی حل می‌شوند. دارای خواص حشره‌کشی، کنه‌کشی و علف‌کشی می‌باشد و عمدتاً به عنوان سمپاشی زمستانه برای کنترل حشرات، کنه‌ها و تخم آن‌ها مصرف می‌شود (LD50=26-65mg/kg). در صورت بروز مسمومیت در انسان، علائمی مانند تنگی نفس و یا تنفس شدید، سرفه، افزایش ضربان قلب و تعریق ایجاد می‌گردد که در این شرایط مشابه سموم فسفره باید عمل شود. نحوه اثر دی‌نیتروفنل‌ها به این صورت است که از اتصال اکسیژن و گوگرد در بدن جلوگیری نموده و به این ترتیب مانع بهره‌برداری از انرژی غذایی می‌شوند.

۸-۲-۱ دینکس[1] (Dinex) (DNCHP یا DNOCHP)

دینکس ترکیبی جامد، متبلور و زرد رنگ است که در 106 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. اساساً یک ترکیب کنه‌کش است اما در هنگام زمستان از امولسیون آن برای کنترل شپشک‌های درختان میوه و از بین بردن انواع کنه‌های گیاهی بخصوص کنه قرمز مرکبات استفاده می‌شود (LD50=65-333mg/kg). اغلب ترکیبات دینکس به‌صورت نمک در سیکلوهگزیل آمین مصرف می‌شوند این ترکیبات در آب حل می‌شوند و لذا می‌توانند به‌صورت سمپاشی مستقیم روی گیاهان در زمستان به‌کار روند.

۸-۲-۲ دینوزب[2] یا ($C_{10}H_{12}N_2O_5$) DNBP

دینوزب جامد و زرد رنگ می‌باشد که در 42 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. نمک تری‌اتانول‌آمین از این ترکیب را که در آب قابل حل است، به بازار عرضه کرده‌اند. همراه با روغن امولسیون شونده به‌نام Gebutex Oil به بازار عرضه شده و کاربرد زیادی دارد. برای کنترل حشرات، کنه‌ها و تخم آن‌ها بسیار مؤثر است اما فقط باید در زمستان مصرف شود (LD50=60 mg/kg).

1- Dinex
2- Dinoseb

۳-۲-۸ دینوکاپ[1] ($C_{18}H_{24}N_2O_5$)

دینوکاپ با نام تجاری Karatan® در سال ۱۹۴۶ به بازار عرضه شد و دارای خواص کنه‌کشی و قارچ‌کشی می‌باشد و در قسمت قارچ‌کش‌ها توضیح آن آمده است.

۴-۲-۸ بیناپاکریل[2] ($C_{15}H_{18}N_2O_6$)

بیناپاکریل با نام‌های تجاری Morocide®، Ambox® و Acricid® ترکیبی جامد و قهوه‌ای رنگ است که در 67 تا 69 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی محلول است. پایداری آن در محیط‌های قلیایی نسبتاً کم است. عمدتاً خاصیت کنه‌کشی دارد و روی تمام مراحل زیستی کنه‌ها مؤثر می‌باشد و همزمان حشرات مکنده مانند تریپس‌ها و شته‌ها را نیز کنترل می‌کند. از طریق تماسی عمدتاً باعث مسمومیت کنه‌ها می‌شود و ضمناً تأثیر آن تا حدودی بستگی به درجه حرارت محیط دارد. در درجه حرارت‌های 20 تا 35 درجه سانتی‌گراد نتیجه مطلوب حاصل می‌شود و هرچه از 20 درجه سانتی‌گراد پایین‌تر باشد، تأثیر آن کاهش می‌یابد و در زیر 12 درجه کاملاً بی‌تأثیر است. علاوه بر این برخلاف سایر نیتروفنل‌ها، روی گیاهان اثر سوئی ندارد و در طول فصل رویش نیز قابل مصرف است. از مزایای دیگر آن دوام زیاد است به‌طوری که اگر محیط قلیایی نباشد، اثر آن به مدت دو تا سه هفته باقی می‌ماند. با اغلب سموم قابل ترکیب است. تماس با بدن پستانداران و انسان موجب ناراحتی‌های موضعی می‌شود و لذا محل تماس باید فوراً شسته شود. سمیت این ترکیب نسبتاً پایین می‌باشد (LD50= 520mg/kg).

۳-۸ فرمامیدین‌ها (Formamidiens)

فرمامیدین‌ها گروه نسبتاً جدیدی از سموم هستند که برای کنترل گروهی از حشرات و کنه‌ها به‌کار می‌روند. این سموم ابتدا به عنوان کنه‌کش معرفی شدند اما بعد از آن معلوم شد خواص حشره‌کشی آن‌ها بسیار زیاد است و خصوصاً روی بال‌پولک‌داران اثر بیشتر دارند. اثر عمده این سموم ایجاد تغییرات رفتاری در حشرات و کنه‌هاست. با توجه به اینکه در تحقیقات انجام شده برخی از آن‌ها خواص سرطان‌زایی نشان داده‌اند مصرف آن‌ها محدود شده است. معروف‌ترین ترکیبات این گروه را آمیتراز تشکیل می‌دهد ولی غیر از آن کلردیمفورم و فورمتانات نیز از ترکیبات این گروه هستند.

1- Dinocap
2- Binapacryl

۸-۳-۱ آمیتراز (Amitraz)

با نام تجاری Akarak و Mitac شناخته می‌شود. این ترکیب حشره‌کش و کنه‌کشی تماسی، گوارشی و تدخینی است و بر تمام حالات کنه‌ها به‌ویژه تخم و لاروهای جوان مؤثر است، بر حشرات مکنده، مینوزهای برگ، لاروهای سنین اولیه، پروانه‌های برگخوار و انگل‌های خارجی دام‌ها نیز اثر دارد. سمیت آن برای انسان و دام نسبتاً کم (LD50>1600mg/kg) است.

۸-۳-۲ کلردیمفورم (Chlordimeform)

نام تجاری آن Fundal و گالکرون Galecron است، حشره‌کش و کنه‌کشی تماسی، تدخینی و سیستمیک است و بر تمام مراحل حشرات و کنه‌ها اثر دارد. از آن بر علیه حشراتی نظیر کرم سیب، کرم غوزه و کرم ساقه‌خوار برنج و انواع کنه‌های نباتی خصوصاً انواع مقاوم استفاده می‌شود. (LD50= 250-350mg/kg)

۸-٤ فلورواستات (Fluroacetate) و مشتقات آن‌ها

فلورواستات‌ها گروهی هستند که پایداری بسیار زیادی دارند و از این ترکیبات فقط سمومی که در بافت‌های زنده تبدیل به اسید فلورواستیک می‌شوند، خاصیت حشره‌کشی دارند و علیه آفات به‌کار برده می‌شوند. فلورواستات‌ها در بافت‌های گیاهی نهایتاً به اسید فلوروسیتریک تبدیل می‌شوند که موجب ممانعت از فعالیت آنزیم Aconitase می‌شود که این آنزیم در سیکل اسید تری‌کربوکسیلیک بسیار فعال است.

۸-۵ فلورو استامید (CH_2FCONH_2)

اشکال اساسی این ترکیبات این است که تأثیر آن‌ها در حشرات و پستانداران یکسان است و لذا تهیه سموم ابقابی از آن‌ها کار مشکلی است. از این گروه سمی به‌نام Nissol به بازار عرضه شده و روی طیف وسیعی از حشرات مؤثر می‌باشد و پایداری زیادی نیز دارد.

۸-۶ سولفونات‌ها، سولفن‌ها، سولفیدها و ترکیبات ازت‌دار

این ترکیبات تقریباً همگی خاصیت کنه‌کشی دارند و معمولاً حاوی دو حلقه بنزنی کلردار هستند.

۸-۶-۱ اوکس[1] ($C_{12}H_8Cl_2O_3S$)

اوکس با نام تجاری ®Ovatran از لحاظ خصوصیات فیزیکی، جامد کهربایی است که در 81 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در طبیعت پایداری زیادی دارد اما در محیط‌های قلیایی هیدرولیز می‌شود. به منظور مبارزه علیه تخم کنه‌ها و نیز تخم حشرات ترکیب بسیار کارآمدی می‌باشد. علاوه بر تخم، روی لارو سن اول کنه‌ها نیز تا حدودی مؤثر است اما روی بالغین چندان مؤثر نیست. عمدتاً برای مبارزه با کنه‌های خانواده Tetranychidae مفید است. سمیت آن پایین بوده و برای انسان و محیط زیست خطر چندانی ندارد (LD50= 2050mg/kg).

۸-۶-۲ سولفنون (Sulfenon)

سولفنون ماده‌ای جامد و سفید رنگ است که در 98 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. دوام آن در طبیعت کم است اما چون روی گیاهان اثر سوئی ندارد، به عنوان یک کنه‌کش کاربرد وسیعی دارد. دو مزیت نسبت به Ovex دارد:

الف- سمیت آن کمتر است (LD50= 3650mg/kg).

ب - روی تمام مراحل زندگی کنه‌ها مؤثر می‌باشد.

۸-۶-۳ تترادیفون[2] ($C_{12}H_6Cl_4O_2S$)

تترادیفون با نام تجاری ®Tedion V18، دارای خواص مشابه Sulfenon است. جامد متبلور می‌باشد که در آب به مقدار اندک اما در حلال‌های آلی به‌خوبی محلول است. در محیط‌های اسیدی و قلیایی نسبتاً پایدار است. فقط خاصیت کنه‌کشی دارد و عمدتاً روی تخم و لارو کنه‌ها مؤثر می‌باشد و روی بالغین تأثیر چندانی ندارد. روی تمام خانواده‌های کنه‌ها مؤثر می‌باشد و روی حشرات مفید و گیاهان اثر سوء ندارد. علی‌رغم سمیت پایین (LD50=15000mg/kg)، اثرات سمی آن حداقل به مدت یک ماه باقی می‌ماند. چند کنه‌کش مهم دیگر از همین گروه عبارتند از: Chlorobenside، Tetrasol، Fenson و Genite.

1- Ovex
2- Tetradifon

۸-۷ آورمکتین‌ها (Avermectines)

آورمکتین‌ها لاکتون‌های ماکروسیکلیک هستند که از موجودات خاکزی Streptomyces spp. به‌دست می‌آیند. این گروه از حشره‌کش‌ها دارای طیف حشره‌کشی وسیعی هستند و حتی روی نماتدها و پارازیت‌های خارجی بدن دام‌ها نیز مؤثر می‌باشند. با توجه به اینکه سنتز این گروه از آفت‌کش‌ها در مقایسه با آفت‌کش‌های شیمیایی مشکل‌تر می‌باشد، لذا تعداد آن‌ها محدود می‌باشد. یکی از ترکیبات این گروه، Avermectin B1a می‌باشد که از باکتری Streptomyces avermelitis burg استخراج می‌شود. حشره‌کش آبامکتین (Abamectin) نمونه مشهور دیگری در این مقوله می‌باشد که با توجه به کاربرد وسیع و مطلوب آن در دفع آفات، در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۸-۷-۱ آبامکتین[1] ($C_{48}H_{72}O_{14}$)

حشره‌کش آبامکتین بر طیف وسیعی از نماتدها، حشرات مختلف بخصوص مورچه‌ها، سوسری‌ها، مینوزها (Agromizidae) و اغلب بال‌پولک‌داران و نیز عنکبوتیان مؤثر می‌باشد. آبامکتین در واقع مخلوطی از آورمکتین‌های B1a و B1b به ترتیب به میزان 80 و 20 درصد می‌باشد که تا حدودی خاصیت انتخابی داشته و روی بندپایان غیرهدف اثرات سمی بسیار اندکی دارد. این حشره‌کش در نسبت‌های پایین به‌کار می‌رود و در مقابل نور به سرعت تجزیه می‌گردد، به طوری‌که نیمه عمر آن در شرایط نوری آزمایشگاه یا مزرعه و بدون در نظر گرفتن نوع شاخ و برگ گیاه، حدود 4 تا 6 ساعت می‌باشد. آبامکتین خاصیت سیستمیک محدودی داشته و قادر است در برگ‌های گیاهان تحت تیمار نفوذ نماید، به طوری که نفوذ سریع آن به داخل برگ‌های گیاه پنبه به میزان 1.3% درصد از غلظت مصرفی در مدت زمان کوتاهی پس از کاربرد مشاهده شده است. به علاوه بر اساس گزارش محققین مختلف، کاربرد تلفیقی روغن‌های معدنی یا سورفکتانت‌ها با آبامکتین باعث افزایش اثرات سمی آن روی کنه‌های گیاه‌خوار و جوربالان (Homoptera) در شرایط گلخانه و مزرعه می‌گردد. نکته حائز اهمیت دیگر در رابطه با عملکرد حشره‌کش آبامکتین، تأثیر آن در کاهش تولید عسلک (Honeydew) می‌باشد، به‌طوری‌که میزان عسلک دفع شده توسط شته‌ها و سفید بالک‌هایی که در مرحله بلوغ و یا در یکی از سنین پورگی در معرض غلظت‌های زیر دز کشندگی آبامکتین قرار گرفته بودند، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که با توجه به اهمیت شته پنبه (Aphis gossypi) و عسلک پنبه (Bemisia tabaci) در ایجاد خسارت به الیاف پنبه از طریق ترشح قطرات عسلک و در نتیجه چسبندگی الیاف و کاهش ارزش اقتصادی آن، این مسأله بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

1- Abamectin

فصل نهم

سموم تدخینی و ترکیبات ضد عفونی‌کننده خاک

۱-۹ سموم تدخینی (Fumigants)

سموم تدخینی سمومی هستند که در مجاورت هوا به‌صورت گاز در می‌آیند و معمولاً به روش تنفسی باعث مسمومیت حشرات شوند. البته بعضی از این سموم بیش از یک طریق تأثیر دارند و علاوه بر تأثیر تنفسی، به طرق تماسی و گوارشی نیز تأثیر می‌گذارند. به‌طور کلی فومیگان‌ها را از نظر نحوه کاربرد به دو گروه زیر تقسیم می‌کنند:

الف- سمومی که برای مصرف در اماکن سربسته مانند منازل، انبارها، سیلوها، اصطبل‌ها، کشتی‌ها و غیره به‌کار می‌روند.

ب- سمومی که برای مصرف در داخل خاک به‌کار می‌روند، که این گروه معمولاً برای کنترل آفات خاکزی و یا به عبارت دیگر برای ضدعفونی خاک مصرف می‌شوند. از نظر رفتاری این دو دسته تا حدودی با هم فرق دارند. به‌طوری که مکانیسم انتقال گاز در اماکن سربسته بسیار ساده بوده و از طریق جابه‌جایی مولکول‌های آن در هوا می‌باشد که گاز حاصل یا مستقیماً آفت را در بر می‌گیرد و از رسیدن اکسیژن به دستگاه تنفسی آن جلوگیری می‌کند یا اینکه مواد مورد تغذیه آفت را فرا می‌گیرد و به این ترتیب آفت به مجرد تماس با مواد غذایی کشته می‌شود. اما مکانیسم انتقال گاز در داخل زمین تا حدودی فرق می‌کند. به عبارت دیگر به‌صورت محلول نفوذ کننده و پخش شونده است، یعنی محلول سم از بین ذرات خاک عبور می‌کند و با پخش شدن در فضاهای داخل خاک، به تدریج به‌صورت گاز در می‌آید. بنابراین هم به‌صورت محلول و هم به‌صورت گاز است که به این ترتیب در داخل خاک دارای دو اثر تماسی و تدخینی به‌صورت توأم می‌باشد.

سمومی که برای اماکن سربسته به‌کار گرفته می‌شوند عموماً در شرایط مختلف عملکردهای متفاوتی دارند، اما برای اینکه به‌خوبی مؤثر واقع شوند باید دارای فشار بخار قابل توجهی باشند یعنی در درجه حرارت‌های معمولی قابلیت بخار شدن را داشته باشند. گوگرد نمونه مشهوری از این سموم می‌باشد که از زمان‌های بسیار قدیم رایج بوده است. این سموم به علت اینکه تأثیر آن‌ها روی پستانداران مشابه حشرات و سایر بندپایان است، عموماً جزء سموم خطرناک هستند. بنابراین اولین نکته ایمنی در مورد این سموم این است که در اماکن سربسته و کاملاً محفوظ و یا حداقل در زیر پوشش‌های نایلونی مسدود شده به‌کار برده شوند و نیز انسان بتواند محل سمپاشی شده را سریعاً ترک نماید. این سموم معمولاً برای ضد عفونی سیلوها و انبارهای غلات، اصطبل‌ها، گل‌خانه‌ها، کتابخانه‌ها، منازل و سالن‌های بزرگ فرودگاه‌ها به‌کار می‌روند. این سموم همچنین برای منازل آلوده به موریانه‌ها نیز کاربرد دارند.

به‌طور کلی سموم تدخینی مطلوب باید دارای خصوصیات خاصی باشند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

۱- سمیت کافی و مناسب روی آفت مورد نظر داشته باشند.

۲- روی ماده‌ای که به‌کار می‌روند، تأثیر نامطلوب نداشته باشند.

۳- فشار بخار خوبی در شرایط کاربرد داشته باشند.

۴- فرمول شیمیایی آن در زمان مصرف تغییر نکند.

۵- در زمان کاربرد برای مصرف کننده خطرات بسیار شدید نداشته باشد.

۶- باقی‌مانده این ترکیبات اثرات سوئی روی انسان و سایر موجودات غیرهدف نداشته باشد یا اثرات سوء آن‌ها حتی‌الامکان اندک باشد.

۷- این‌گونه گازها نباید هنگام مخلوط شدن با هوا خطر اشتعال داشته باشند.

۸- تولید و مصرف آن‌ها از لحاظ اقتصادی باید مقرون به صرفه باشد.

بدیهی است که کمتر سمی را می‌توان یافت که تمام خصوصیات مذکور را داشته باشد، اما به هر حال تعدادی سم وجود دارند که دارای کاربرد زیادی می‌باشند. فومیگان‌ها ممکن است به حالت‌های جامد، مایع یا گاز تحت فشار باشند، اما به هر شکلی که باشند، در مجاورت هوا یا حداقل با کمی حرارت به‌صورت گاز در می‌آیند. این ترکیبات دارای وزن مولکولی پایینی هستند و اغلب از مشتقات متان، اتان و پروپان می‌باشند که دارای گروه‌های جانشین ازت، اکسیژن، سیانوژن و هالوژن هستند. تعدادی از این ترکیبات به‌صورت‌های دیگری به بازار عرضه می‌شوند، به عنوان مثال گاز سیانور هیدروژن را از قرص‌های سیانور کلسیم و گاز گوگرد را از سوزاندن گوگرد می‌توان به‌دست آورد. اغلب این ترکیبات

به‌واسطه اینکه وزن مولکولی آن‌ها از وزن مولکولی هوا بیشتر است و در اماکن سربسته تا حدودی ته‌نشین می‌شوند، بنابراین غلظت این‌گونه سموم در اماکن سربسته به تدریج تغییر می‌کند که به این ترتیب هنگام مصرف باید نکته مزبور را مورد توجه قرار داد.

سموم گازی عموماً این خاصیت را دارند که روی تمام مراحل زیستی آفات مؤثر هستند. اما بعضی از شرایط محیطی ممکن است تأثیر آن‌ها را کم یا زیاد نماید. به عنوان مثال یکی از پارامترهای بسیار مهم، غلظت است. توصیه ارائه شده در این رابطه این است که از سیستم مکش (Vaccum) استفاده گردد. به این صورت که در یک مکان سربسته، هوا از یک طرف به طرف دیگر جریان داشته باشد که با به‌کار بردن پنکه و یا سایر تجهیزات می‌توان این کار را انجام داد.

از دیگر مشکلات این سموم این است که از نظر رفتاری تحت تأثیر درجه حرارت محیط قرار می‌گیرند، اما رطوبت تأثیر عمده‌ای روی آن‌ها ندارد. از دیگر عوامل مؤثر روی سموم تدخینی، خود محصولات انباری هستند. مواد غذایی ممکن است از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوت باشند. بنابراین این مواد ممکن است غلظت سم را در موقع ضدعفونی تغییر دهند و در نتیجه ممکن است در نقاط مختلف انبار، مقادیر مختلفی از سم به ماده غذایی برسد. مورد آخر اینکه، گونه‌های مختلف آفات ممکن است نسبت به یک ترکیب، مقاومت‌ها و حساسیت‌های مختلفی داشته باشند که اطلاع از این موضوع می‌تواند در انتخاب نوع سم مناسب بسیار حائز اهمیت باشد.

به‌طور کلی در فعل و انفعالات داخلی بدن بخصوص در عمل اکسیداسیون، آنزیم‌ها نقش بسیار مهمی دارند. تنفس موجودات زنده تحت تأثیر یک سیستم آنزیمی است و وقتی سموم تدخینی مصرف می‌شوند، سیستم آنزیمی را به شدت مختل می‌کنند. به این ترتیب که گاز وارد سیستم تنفسی حشره می‌شود و عمل خود را شروع می‌کند. اما باید توجه داشت که سموم تدخینی صرفاً اثر تنفسی ندارند و ممکن است هم‌زمان اثر تماسی هم داشته باشند، یعنی وقتی داخل دستگاه تنفسی شدند، درون سلول‌ها نفوذ می‌کنند یا در محل عقده‌ها روی سیستم عصبی اثر می‌گذارند یا در محل سیناپس‌ها اختلال ایجاد می‌کنند. بعضی از کنه‌ها اصلاً سیستم تراشه ندارند اما شدیداً تحت تأثیر سموم گازی قرار می‌گیرند و این نشان می‌دهد که سموم گازی فقط از طریق تنفسی عمل نمی‌کنند بلکه بخصوص در این رابطه از طریق عصبی مؤثرند. ثابت شده است که درجه سمیت سموم گازی به مقدار زیادی به مقادیر CO_2 و O_2 موجود در هوا وابسته می‌باشد. افزایش غلظت CO_2 در فضا، سمیت را افزایش و افزایش غلظت O_2 سمیت را کاهش می‌دهد و به همین دلیل است که در مکان‌هایی که این‌گونه سموم به‌کار می‌روند، حتماً باید از سیستم مکش استفاده شود.

یکی از خصوصیات بسیار مهم در رابطه با سموم تدخینی، وزن مخصوص آن‌ها می‌باشد. وزن مخصوص سموم تدخینی از این جهت مهم است که نحوه پخش سم را در فضا توصیف می‌کند. وزن مخصوص هوا 29 گرم است که طبعاً هر سمی که سنگین‌تر باشد، پایین‌تر قرار می‌گیرد. برای پی بردن به این موضوع باید وزن مخصوص سم را بر عدد 29 تقسیم کرد که چنانچه عدد حاصل کمتر از یک باشد، سم ته‌نشین نمی‌شود. در بعضی موارد درجه حلالیت سم در یک ترکیب دیگر اهمیت دارد که آن ترکیب به عنوان حلال یا حامل نمی‌باشد بلکه برای هدف دیگری است. به عنوان مثال، اگر یک حشره‌کش تدخینی دارای قابلیت انفجار باشد، آن را با ترکیب دیگری که آن نیز یک آفت‌کش است اما قابلیت اشتعال را کم می‌کند (مانند تتراکلرایدکربن، CCl_4) مخلوط می‌کنند. همچنین ممکن است وجود یک حشره‌کش تدخینی در فضا برای انسان قابل تشخیص نباشد و لذا اگر انسان برای مدتی در این هوای آغشته به سم باقی بماند، مسموم می‌شود. به همین دلیل این‌گونه سموم را با ماده دیگری که ماده اعلام خطر (Alarm Material) نامیده می‌شود (مانند کلروپیکرین) مخلوط می‌کنند. اگرچه درجه حلالیت در مورد گازهای تدخینی اهمیتی ندارد، اما در این‌گونه حلال‌ها، درجه حلالیت آن‌ها حائز اهمیت می‌باشد. نمونه‌هایی از سموم تدخینی در فضاهای سربسته در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۹-۱-۱ آکریلونیتریل (Acrylonitrile)

آکریلونیتریل با اسامی تجاری Ventox®، Vinyl Cyanide®، Carbacryl® و Acrylon®، مایعی بی‌رنگ و با وزن مولکولی 53 می‌باشد که سمیت آن برای انسان و پستانداران بسیار زیاد بوده (LD50=95 mg/kg) و به همین دلیل عمدتاً برای ضدعفونی غلات و بقولات به‌کار برده می‌شود. میزان انحلال آن در آب بسیار کم است که این موضوع اهمیتی ندارد. هنگامی‌که با هوا مخلوط می‌شود، قابلیت انفجار دارد و لذا آن‌را به نسبت مساوی با تتراکلریدکربن مخلوط می‌کنند و در نتیجه از قابلیت انفجار و اشتعال آن کاسته می‌شود. مصرف عمده آکریلونیتریل در کشورهای اروپایی می‌باشد.

۹-۱-۲ دی‌سولفایدکربن[1] (CS_2)

دی‌سولفایدکربن، با وزن مولکولی 76، مایعی به رنگ زرد و بوی تندی شبیه کلم گندیده می‌باشد. فشار بخار ماده خالص آن در دمای 25 درجه سانتی‌گراد، 357 میلی‌متر جیوه می‌باشد. این ترکیب را به عنوان سم تدخینی در انبارهای غلات و انبارهای انواع ریشه‌های غده‌ای مانند پیاز و سیب‌زمینی و در نهال‌کاری‌ها به‌کار می‌برند و با توجه به اینکه قابلیت اشتعال زیادی دارد لذا آن‌را با 3 تا 4 برابر حجم

1- Carbon Disulfide

خود با تتراکلریدکربن مخلوط می‌کنند، اما ثابت شده است که در آن صورت از قدرت حشره‌کشی آن تا حدودی کاسته می‌شود. دی‌سولفایدکربن روی بذور مورد تیمار مانند انواع غلات و بقولات تا حدودی جذب می‌شود و بدیهی است که روی قوه نامیه اثر می‌گذارد. همچنین روی بعضی از گیاهان ایجاد گیاه‌سوزی می‌نماید. مقدار مصرف آن برای فضاهای سربسته در حدود 150 تا 300 گرم برای هر مترمکعب می‌باشد. با توجه به اینکه گاز متصاعد شده تمایل به پایین آمدن دارد لذا آن‌را داخل ظروف گلی قرار داده و در طبقات بالایی انبارها قرار می‌دهند و به این ترتیب گاز به تدریج به سمت پایین نشست پیدا می‌کند و حشرات موجود در داخل محصولات را از بین می‌برند. با توجه به خاصیت بی‌هوش کنندگی CS_2، حشرات تحت تیمار ممکن است پس از یک هفته مجدداً زنده شوند که تکرار هفتگی گازدهی ضروری می‌باشد.

۹-۱-۳ کلروپیکرین[۱] یا گاز اشک‌آور (CCl_3NO_2)

کلروپیکرین یا تری‌کلرونیترومتان (Trichloronitrometane)، با وزن مولکولی 164، مایعی بی‌رنگ یا زرد رنگ است که فشار بخار آن در دمای 25 درجه سانتی‌گراد، 24 میلی‌متر جیوه است. در آب به میزان بسیار اندک حل می‌شود و قابلیت اشتعال نیز ندارد. از آنجایی که باعث سوزش چشم، ریزش اشک، تحریک گلو، استفراغ، آسیب به بافت مخاطی و تولید زخم در ریه‌ها می‌شود، علاوه بر دفع آفات در جنگ‌ها نیز به عنوان سلاح مخرب مورد استفاده قرار می‌گرفت. در کشورهای مختلف دارای اسامی مختلفی است، به‌طوری که در آمریکا Picfume®، در آلمان Klop®، در فرانسه Aquinite® نامیده می‌شود. این گاز را معمولاً به تنهایی اما گاهی با تتراکلریدکربن مخلوط می‌کنند و برای ضدعفونی انبارهای غلات یا کارخانه‌های غلات به‌کار می‌برند. سمیت قابل ملاحظه‌ای برای انواع حشرات دارد (LD50= 250mg/kg) اما ممکن است روی گیاهان یا بذور ایجاد سوختگی نماید. مهم‌ترین مورد مصرف کلروپیکرین، به عنوان گاز اعلام خطر برای سایر سموم می‌باشد.

۹-۱-۴ اتیلن‌دی‌بروماید[۲] ($C_2H_4Br_2$)

اتیلن‌دی‌برومایدبا نام مشهور EDB، مایعی بی‌رنگ است که فشار بخار آن در دمای 25 درجه سانتی‌گراد، 11 میلی‌متر جیوه است و وزن مولکولی آن 188 می‌باشد. بوی آن شبیه کلروفرم بوده و غیرقابل اشتعال است و سمیت آن 146mg/kg می‌باشد. مایع آن وقتی با بدن انسان تماس پیدا کند، ایجاد ضایعات پوستی می‌نماید. برای حشرات بسیار سمی است اما ممکن است روی گیاهان ایجاد

1- Chloropicrin
2- Ethylen Dibromide

سوختگی نماید، بنابراین عمدتاً در انبارها و سیلوها علیه آفات انباری و گاهی روی سبزیجات به‌کار می‌رود. تأثیر نامطلوبی روی قوه نامیه بذور ندارد. مقدار مصرف آن علیه آفات انباری (بخصوص شپشه برنج و آرد) 3 تا 7 گرم در متر مکعب برای مدت 48 ساعت می‌باشد. یکی از نکات مهم بهداشتی بعد از کاربرد اتیلن دی‌بروماید و نیز سایر سموم گازی در انبارها، تهویه مناسب می‌باشد که حداقل 48 ساعت تهویه ضروری می‌باشد. اتیلن دی‌برومایدد در انبارهای دانه‌های روغنی نیز کاربرد اساسی دارد که در این رابطه گازدهی به میزان 70 گرم در مترمکعب و برای مدت 48 ساعت انجام می‌شود و مدت زمان تهویه نیز یک هفته است.

۹-۱-۵ اتیلن‌دی‌کلراید[۱] ($C_2H_4Cl_2$)

اتیلن‌دی‌کلراید با نام تجاری Dutch Liquid®، مایعی بی‌رنگ، با وزن مولکولی 99 و فشار بخار 80 میلی‌متر جیوه در 25 درجه سانتی‌گراد می‌باشد. دارای قابلیت اشتعال است و لذا به نسبت 1 به 3 با تتراکلریدکربن مخلوط می‌شود که در این حالت به Chlorasol® معروف است. عموماً برای ضدعفونی انبارهای غلات، آرد، بقولات و غیره به‌کار می‌رود و تأثیر خوبی دارد زیرا باعث کاهش قوه نامیه نمی‌شود. اغلب خصوصیات این ترکیب مشابه پروپیلن‌دی‌کلراید است. خاصیت بیهوش کنندگی برای انسان دارد و لذا باید با احتیاط بسیار مصرف شود. در مواد خوراکی باعث تغییر مزه شده و بوی نامساعدی نیز ایجاد می‌کند.

۹-۱-۶ اتیلن‌اکساید[۲] ($C_2H_4O_2$)

اتیلن‌اکساید با نام‌های تجاری Cartox oxiran®، Carboxide® و Etox® در کپسول‌های فلزی مخصوصی به بازار عرضه می‌شود. بخار آن قابل اشتعال است و لذا به نسبت 9 به 1 با تتراکلرایدکربن و گاهی نیز با گاز کربنیک مخلوط می‌شود. این ترکیب دارای سمیت فوق‌العاده زیاد می‌باشد (LC_{50}=4mg/kg) و برای ضد عفونی انبارها علیه آفات انباری بسیار مؤثر است، اما از کاربرد آن روی مواد غذایی و میوه‌ها باید اجتناب نمود. با توجه به اینکه اتیلن‌اکساید باعث کاهش قوه نامیه می‌شود، لذا نباید روی بذور گیاهان مصرف شود. مقدار مصرف آن 100 تا 150 گرم برای متر مکعب است که در مدت یک تا چهار ساعت تمام آفات موجود در محیط را از بین می‌برد و حتی اثر تخم‌کشی آن نیز قابل ملاحظه می‌باشد.

1- Ethylen Dichloride
2- Ethylen Oxide

۷-۱-۹ سیانیدهیدروژن[1] یا اسید سیانیدریک (HCN)

سیانیدهیدروژن که در بازار با نام‌های تجاری Zyklon® و Cyanogase® عرضه می‌گردد، به شکل گازی بی‌رنگ، بی‌بو و با وزن مولکولی 27 است که فشار بخار آن در 25 درجه سانتی‌گراد، 739 میلی‌متر جیوه است و دارای قابلیت اشتعال می‌باشد. از معروف‌ترین و پرمصرف‌ترین سموم تدخینی است و سمیت زیادی نیز برای انسان و سایر پستانداران دارد (LD_{100}=1mg/kg). تأثیر آن روی حیوانات خونگرم سریع است زیرا با تولید اسید سیانیدریک (HCN) روی آنزیم‌های تنفسی Warburg و نقل و انتقال آهن II و III اثر می‌گذارد که به همین دلیل موجودات تحت تیمار و از جمله انسان بلافاصله تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند. اسید سیانیدریک بو یا رنگ بخصوصی ندارد که انسان از وجود آن در محیط آگاه شود و با توجه به سمیت فوق‌العاده زیاد این گاز، باید یک ماده اعلام خطر مانند کلروپیکرین به نسبت 5% به سیانید هیدروژن اضافه نماییم. سیانید هیدروژن معمولاً به سه شکل زیر قابل مصرف می‌باشد:

الف- در کپسول‌های دربسته تحت فشار نگهداری می‌شود که به این ترتیب آن‌را در فضای انبار یا سایر مکان‌های سربسته آزاد کرده و فضا را ضدعفونی می‌کنند.

ب- به‌صورت املاح آزاد مانند سیانیدکلسیم یا سیانیدسدیم به‌کار می‌رود که در این شرایط مولکول‌ها وقتی در مجاورت رطوبت قرار گیرند، تولید گاز می‌کنند. نکته حائز اهمیت اینکه اگر سیانیدسدیم مصرف شود، حتماً باید به نسبت 5 به 1 با اسید سولفوریک مخلوط شود تا اسید سیانیدریک به سهولت آزاد گردد.

ج- از مواد جاذب رطوبت مانند کرم‌های سلولزی و گچی استفاده می‌شود که آن‌ها را در اسید سیانیدریک قرار می‌دهند تا اسید را به‌خوبی جذب کنند. مواد مزبور را داخل قوطی‌های سربسته نگهداری کرده و در موقع مصرف در فضای مورد نظر قرار می‌دهند که در این صورت اسید سیانیدریک آزاد می‌شود. از میان سه روش فوق، معمولاً توصیه می‌شود از روش دوم استفاده شود زیرا ضریب ایمنی و نیز کارایی بالاتری دارد.

مسمومیت حاد توسط اسید سیانیدریک بسیار خطرناک است و در اغلب موارد موجب مرگ می‌شود. علائم مسمومیت عبارتند از: جریان شدید آب دهان، ریزش اشک، اختلالات تنفسی، سردرد و سرگیجه، بالا رفتن تعداد ضربان قلب و ضعف بدنی. انتقال شخص مسموم به هوای آزاد، راهکار بسیار مهمی در بهبودی می‌باشد. پادزهرهای مهم شامل سیانورنیتریت‌سدیم، نیتریت‌داسیل و بلودومتیل می‌باشد. مکانیسم اثر پادزهرهای فوق تبدیل هموگلوبین خون به متاهموگلوبین است که به این ترتیب جذب

1- Hydrogen Cyanide

اسید سیانیدریک و انتقال آن‌ها به بافت‌های بدن به شدت کند و بطئی می‌شود. بعد از به‌کارگیری پادزهرهای فوق، تیوسولفات‌سدیم تجویز می‌گردد که نقش آن این است که اسید سیانیدریک را به تدریج به تیوسیانات تبدیل می‌نماید و در نهایت از طریق ادرار دفع می‌شود.

۹-۱-۸ متیل‌بروماید یا منوبرومومتان[1] (CH_3Br)

متیل‌بروماید جزء پرمصرف‌ترین سموم تدخینی است و در شرایط معمولی به‌صورت گازی بی‌رنگ و بی‌بو است که سه مرتبه سنگین‌تر از هوا می‌باشد و فشار بخار آن در 25 درجه سانتی‌گراد، 760 میلی‌متر جیوه است. قدرت حشره‌کشی و کنه‌کشی بسیار مطلوبی دارد و برای انسان نیز بسیار سمی است (LC_{100}=514ppm برای سه ساعت استنشاق) و همچنین دارای خاصیت تجمعی نیز می‌باشد. از آنجایی که پی بردن به وجود آن در فضاهای سربسته امکان‌پذیر نیست، لذا به نسبت 5% با گازهای اعلام خطر مانند استات‌اتیل و کلروپیکرین مخلوط می‌شود. از سموم بسیار مؤثر روی آفات انباری است و در کارخانه‌های آرد، سیلوها، کامیون‌ها، کشتی‌ها، قرنطینه و گمرکات برای ترخیص کالاهای مشکوک به آفات استفاده می‌شود. علاوه بر این از سموم بسیار مؤثر برای کنترل موریانه‌ها در ساختمان‌ها و نیز در انبارهای چوب می‌باشد. مقدار مصرف آن 30 تا 40 گرم در متر مکعب و برای مدت 24 ساعت می‌باشد که البته نوع آفت، دمای محیط، نوع محصول و میزان رطوبت موجود در محصول در مقدار و زمان گازدهی حائز اهمیت می‌باشند. با توجه به اینکه متیل‌برومایید یکی از خطرناک‌ترین گازهای سمی می‌باشد لذا احتیاط‌های لازم در هنگام استفاده از آن باید مورد توجه اساسی قرار گیرد. ترکیب متیل‌برومایدبا کلروپیکرین (به عنوان گاز هشدار دهنده) و استفاده از ماسک در هنگام به‌کارگیری این گاز ضروری می‌باشد. همچنین عملیات گازدهی باید توسط دو نفر انجام گیرد تا در صورت بروز مسمومیت برای یک نفر، فرد دیگر بتواند شخص مسموم را به بیمارستان منتقل نماید. مهم‌ترین علائم مسمومیت با متیل‌برومایدشامل سردرد، تهوع، استفراغ، تشنج، بیهوشی و مرگ می‌باشد.

۹-۱-۹ متیل‌کلراید (Methyl Chloride)

متیل‌کلراید مایعی بی‌رنگ با وزن مولکولی 91 می‌باشد که در حرارت بیش از 14 درجه سانتی‌گراد بخار می‌شود. روی بسیاری از آفات انباری نتیجه خوبی داده و انسان نیز خیلی زود به وجود آن پی می‌برد زیرا ایجاد خارش و سوزش در چشم می‌کند، از طرفی روی قوه نامیه بذور نیز تأثیر می‌گذارد.

1- Methyl Bromide

۱۰-۱-۹ پارادیکلروبنزن[۱] (P.D.B)

پارادیکلروبنزن با نام تجاری ®Paracide، کریستال جامد، بی‌رنگ، با نقطه ذوب 53 تا 54 درجه سانتی‌گراد، با وزن مولکولی 147 و دارای بوی تند مخصوصی می‌باشد. فشار بخار آن در 25 درجه سانتی‌گراد، 1 میلی‌متر جیوه است. از ترکیبات تدخینی بسیار مهم محسوب نمی‌شود اما برای موارد خاصی کاربرد دارد، به‌طوری که عمدتاً در منازل و فروشگاه‌ها علیه آفاتی مانند بید لباس و آفات فرش به‌کار می‌رود.

۱۱-۱-۹ دی‌کلرواتیل‌اتر[۲] ($C_4H_8Cl_2O$)

دی‌کلرواتیل‌اتر با نام تجاری ®Chlorex، مایعی بی‌رنگ، با وزن مولکولی 143 و با فشار بخار 1 میلی‌متر جیوه در 20 درجه سانتی‌گراد می‌باشد. فاقد قابلیت انفجار با هوا بوده و در غلظت‌های پایین برای انسان خطر زیادی ندارد. اصولاً برای مبارزه با آفات مختلف، عمدتاً به عنوان ضد عفونی خاک به‌کار برده می‌شود، اما در گلخانه‌ها و انبارهای غلات نیز نتیجه خوبی دارد.

۱۲-۱-۹ دی‌اکسیدسولفور[۳] (SO_2)

دی‌اکسیدسولفور به حالت گاز بوده و وزن مولکولی آن 64 است که در 10- درجه سانتی‌گراد به جوش می‌آید. مخلوط آن با هوا قابل اشتعال نیست اما برای پستانداران سمیت زیادی دارد، به‌طوری که در چشم، بینی و گلو ایجاد ناراحتی و سوزش می‌کند. این ترکیب از سوزاندن گوگرد به‌دست می‌آید و گاز آن در کپسول‌های فلزی مخصوص نگهداری می‌شود. دی‌اکسیدسولفور اگرچه نسبت به سایر سموم تدخینی اهمیت چندانی ندارد اما به‌واسطه سمیت مطلوب روی حشرات، هنوز نیز کم و بیش در برخی مناطق دنیا کاربرد دارد و موارد عمده کاربرد آن عمدتاً در کامیون‌ها و کشتی‌های حمل و نقل می‌باشد. مهم‌ترین ویژگی منفی دی‌اکسیدسولفور این است که روی گیاهان و قوه نامیه بذور اثرات نامطلوب دارد.

۱۳-۱-۹ فسفیدهیدروژن یا فسفین[۴] (PH_3)

فسفیدهیدروژن با نام‌های تجاری فستوکسین (®Phostoxin) و ®Celphos و با وزن مولکولی 34، به‌صورت قرص‌های سه گرمی به بازار عرضه می‌گردد. قرص‌ها مخلوطی از کربنات‌آلومینیوم و

1- Paradichlorobenzine
2- Dichloro Ethyl Ether
3- Sulfur Dioxide
4- Hydrogen Phosphide

فسفیدآلومینیوم (AlP) هستند که در مجاورت هوا گازهای آمونیوم، CO_2 و فسفیدهیدروژن (فسفین یا PH_3) آزاد می‌کنند. هر قرص حدود یک گرم فسفیدهیدروژن تولید می‌کند و بقیه آن به‌صورت خاکستر سبز رنگی که همان هیدروکسیدآلومینیوم می‌باشد، بر جای می‌ماند. این ترکیب علیه بسیاری از آفات انباری بخصوص در انبارهای غلات، سیلوها، کارخانه‌های آرد و بسیاری از مکان‌هایی که غلات انبار می‌شوند، به‌کار می‌رود. مهم‌ترین مزیت‌های فسفید هیدروژن این است که دارای اثر تدریجی می‌باشد و نیز روی قوه نامیه بذور تأثیر منفی ندارد. مقدار مصرف آن پنج عدد قرص برای هر متر مکعب یا 15 قرص برای یک تن محصول می‌باشد. با توجه به اینکه این گاز سبک‌تر از هوا می‌باشد لذا قرص‌ها باید در زیر محصول قرار گیرند.

اساساً هنگام مصرف ترکیبات گازی، باید بسیار با احتیاط عمل کرد. با توجه به اینکه این ترکیبات دارای خواص متفاوتی می‌باشند، لذا شناخت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها بسیار حائز اهمیت است و اگر آگاهی کافی از این خصوصیات وجود نداشته باشد، هنگام مصرف ممکن است خطرات جبران‌ناپذیری روی دهد.

در برخی موارد قبل از اینکه شخص استفاده کننده در معرض مسمومیت گازهای سمی قرار گیرد، خطر اشتعال یا انفجار وجود دارد. بعضی از این سموم به حدی خطرناک هستند که اگر در انبار مصرف شده باشند و شخص بدون اطلاع قبلی وارد انبار شود و فقط کلید برق را روشن نماید، ممکن است منجر به ایجاد انفجار و آتش‌سوزی شود. اشخاصی که آن‌را به‌کار می‌برند باید بسیار آگاه و کارآزموده باشند و ترجیحاً در هنگام عمل باید بیش از یک نفر عملیات آزادسازی گاز را انجام دهند که اگر اتفاقاً یکی از آن‌ها مسموم شد، فرد دیگر بتواند آن‌را نجات دهد. طبیعی است که این چنین مشکلاتی باعث عدم توسعه فومیگان‌ها در سطح وسیع شده است.

۲-۹ ترکیبات ضدعفونی کننده خاک

حشرات و آفات خاکزی سهم بسیار بزرگی از محصولات کشاورزی را به خود اختصاص می‌دهند. این آفات در مزارع، گلخانه‌ها و باغات و در سطوح مختلف خسارت می‌زنند. آفات خاکزی شامل انواع حشرات خاکزی مانند کرم سفید ریشه (Scarabeaidae)، کرم مفتولی (Elateridae)، آگروتیس (.Agrotis sp)، مگس‌های ریشه، سرخرطومی‌های ریشه، مگس‌های بذور و همچنین کرم‌های حلقوی و نماتدها می‌باشند. علاوه بر این آفات، عوامل بیماری‌زا مانند قارچ‌ها، باکتری‌ها و نماتدها نیز جزء آفات خاکزی محسوب می‌شوند که خسارت سنگینی به گیاهان وارد می‌کنند. این گروه از آفات نه تنها از محصولات کشاورزی تغذیه می‌کنند بلکه به دلیل فعالیت در زیر خاک از گزند عوامل نامساعد محیط محفوظ

می‌مانند. آفات خاکزی در مراحل مختلف رویش گیاه از بذر تا گیاهچه به ساقه‌های زیرزمینی، غده‌ها، پیازها و ریشه‌ها خسارت می‌زنند و حتی اگر خسارت آن‌ها به ظاهر اندک باشد، ممکن است در اثر عوامل ساپروفیت و عوامل بیماری‌زای دیگر تشدید شود که نتیجه آن کاهش کمی و کیفی محصول و حتی از بین رفتن آن باشد. برای کنترل این آفات روش‌های متعددی شامل روش شیمیایی (به‌کارگیری سموم تدخینی و سموم گرانول)، روش زراعی و روش بیولوژیک وجود دارند که روش شیمیایی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سموم ضدعفونی خاک اغلب شباهت زیادی به سموم ضدعفونی فضاهای بسته دارند، اما هنگامی که در خاک به‌کار گرفته می‌شوند، میزان تأثیر آن‌ها به عوامل مختلفی مانند نوع محصول، نوع خاک، رطوبت، حرارت، میزان فشردگی ذرات خاک، یکنواختی تزریق آن و عمق تزریق بستگی دارد. دوام این گونه سموم نیز به عوامل متعددی مانند اسیدیته خاک، رطوبت، حرارت، درجه فشردگی خاک و تراکم میکروارگانیسم‌های خاک بستگی دارد. ذکر این نکته ضروری است که به‌کارگیری سموم تدخینی در خاک صرفاً از طریق تنفس باعث مرگ‌ومیر حشرات نمی‌شود بلکه اساساً تأثیر تماسی آن‌ها است که حائز اهمیت می‌باشد. این ترکیبات به‌وسیله ذرات خاک در محیط زندگی حشره جذب شده و به‌تدریج که آفت خاکزی با آن‌ها تماس پیدا می‌کند، بر اثر تماس با آن مسموم می‌شود. سموم ضدعفونی خاک متعدد می‌باشند اما مهم‌ترین ترکیبات در این رابطه عبارتند از: متیل‌بروماید (Methyl Bromide)، اتیلن‌اکساید (Ethylen Oxide)، اتیلن‌دی‌بروماید (Ethylen Dibromide=EDB)، کلروپیکرین (Chloropicrine)، دی‌سولفایدکربن (Carbon Disulfide)، مایلون (Mylone)، پروپیلن‌اکساید (Propylen Oxide)، نماگون (Nemagon)، واپام (Vapam)، نماساید (Nemacide) و D.D Mixture (مخلوطی از دو ماده 1،3- dichloropropene و 1،2- dichloropropane است و نام تجاری آن Dowfume® می‌باشد).

۱-۲-۹روش‌های کاربرد سموم ضدعفونی خاک

ترکیبات ضدعفونی خاک را به چهار روش مختلف شامل امولسیون، جامد (در عمق مناسبی از زمین به‌وسیله شخم یا دیسک مستقر می‌شوند)، به‌صورت ترکیب با آب آبیاری و به‌صورت تزریق می‌توان به‌کار برد. اما مؤثرترین روش کاربرد آن‌ها، تزریق به عمق زمین می‌باشد و در این حالت مخلوط سم را به‌وسیله سوندهای مخصوصی معمولاً به عمق 15 تا 20 سانتی‌متری می‌فرستند اما برای سطوح وسیع، استفاده از ماشین‌های مخصوص تزریق ضروری می‌باشد. به‌منظور توزیع یکنواخت و مطلوب سم، فاصله تزریق، عمق تزریق و مقدار تزریق حائز اهمیت می‌باشد. به هر حال پس از تزریق باید از انتشار فوری

گازهای سمی در فضا جلوگیری شود که برای این کار سطح زمین را با استفاده از نایلون پوشش می‌دهند. البته در سال‌های اخیر بعضی از سموم تدخینی به‌صورت گرانول تهیه شده‌اند که در بین خطوط کاشت ریخته شده و با استفاده از شخم به عمق زمین منتقل می‌گردند. گاهی نیز گرانول‌ها را همراه با کود به داخل زمین می‌فرستند.

بدیهی است که سموم ضد عفونی خاک نیز مانند سایر ترکیبات آفت‌کش ممکن است اثرات نامطلوب روی محیط زیست و موجودات زنده داشته باشند که در این رابطه تأثیر منفی آن‌ها روی خاک، میکروارگانیسم‌های خاک و نیز گیاهان کاشته شده در خاک به اثبات رسیده و در اینجا مورد بررسی مختصر قرار می‌گیرند.

الف- تأثیر سموم ضد عفونی روی خاک: سموم ضد عفونی روی خصوصیات خاک تأثیر گذاشته و در نتیجه باعث تغییرات شیمیایی آن بخصوص باعث کاهش غلظت عناصر غذایی محلول در آب می‌شوند. به عنوان مثال، غلظت فسفر محلول در آب پس از مصرف اتیلن‌اکساید به شدت کاهش می‌یابد. همچنین باکتری‌های تثبیت کننده ازت خاک نیز به شدت تحت تأثیر سموم ضد عفونی کننده قرار می‌گیرند و حتی جمعیت آن‌ها به کندی به حالت اولیه بر می‌گردد.

ب- تأثیر سموم ضد عفونی روی میکروارگانیسم‌های خاک: ترکیبات ضد عفونی خاک نه تنها آفات خاکزی را از بین می‌برند، بلکه بی‌شک میکروارگانیسم‌های مفید را نیز از بین می‌برند. بعضی از این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند سریعاً جمعیت خود را ترمیم نمایند اما عده‌ای از این موجودات فاقد توانایی مزبور می‌باشند. دلیل اینکه برخی از میکروارگانیسم‌ها به سرعت به جمعیت اولیه برمی‌گردند، به سه عامل زیر مربوط می‌شود:

۱- مواد سلولی موجودات کشته شده مورد استفاده افراد زنده قرار می‌گیرد.

۲- مواد شیمیایی به‌کار رفته در خاک و یا مواد حاصل از تجزیه آن‌ها به عنوان منبع انرژی برای میکروارگانیسم‌ها عمل می‌کند.

۳- با کاربرد مواد سمی و ایجاد تلفات، رقابت میکروارگانیسم‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه عده‌ای از آن‌ها در غیاب رقیبان، تراکم جمعیت خود را به سرعت افزایش می‌دهند و به وضعیت اولیه می‌رسانند.

ج- تأثیر سموم ضد عفونی روی گیاه: اغلب سموم ضد عفونی خاک روی گیاهان موجود در آن اثر سوختگی دارند و در صورتی‌که در خاک به‌کار روند و به اندازه کافی تجزیه نشوند، در هنگام کاشت بذر یا نهال موجب سوختگی و یا عقب افتادن رشد گیاه می‌شوند. بعضی از ترکیبات ضد عفونی خاک مانند

سموم آلی کلره و برم و نیز ترکیبات معدنی مانند جیوه و مس موجب باقی ماندن مواد حاصل از تجزیه یا باقی‌مانده‌های مضر در خاک می‌شوند که روی سلامتی گیاه تأثیر سوء دارند. به همین دلیل است که رشد گیاهان از جمله گیاهان غده‌ای مانند پیاز، سیر و سیب‌زمینی در خاک‌های ضد عفونی شده به کندی انجام می‌شود. بنابراین توصیه می‌شود که پس از مصرف این سموم در خاک، حداقل به مدت سه تا شش هفته اقدام به کاشت بذور و نهال‌ها نشود. حتی در بعضی موارد توصیه می‌شود که زودتر از سه ماه اقدام به کاشت نشود. البته شخم زمین می‌تواند سرعت تجزیه این ترکیبات را تشدید نماید.

فصل دهم

کنه‌کش‌های اختصاصی، جونده‌کش‌ها و حلزون‌کش‌ها

۱۰-۱ کنه‌کش‌های اختصاصی (Specific Acaricides)

در گذشته‌های نه چندان دور کنترل کنه‌های گیاهی در مزارع و باغات توسط ترکیبات فسفره حشره‌کش ـ کنه‌کش به‌طور موفقیت‌آمیزی انجام می‌گرفت اما کاربرد مکرر این ترکیبات باعث پیدایش مقاومت در کنه‌ها شد. لذا ضرورت استفاده از ترکیباتی که اثر اختصاصی روی کنه‌ها داشته باشند باعث پیدایش و توسعه کنه‌کش‌های اختصاصی گردید. کنه‌کش‌های اختصاصی تقریباً روی تمام مراحل رشدی کنه‌ها شامل تخم، لارو، نمف و بالغ مؤثر بوده و سمیت و اثرات جانبی آن‌ها برای انسان و سایر جانوران خونگرم نسبتاً اندک است. تعدادی از کنه‌کش‌های اختصاصی که موارد مصرف بیشتری دارند به اختصار در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱۰-۱-۱ تترادیفون[1] ($C_{12}H_6Cl_4O_2S$)

تترادیفون متعلق به گروه سولفون‌ها (کلر سولفونه) می‌باشد. اگرچه فعالیت حشره‌کشی ترکیبات گروه سولفون‌ها زیاد نیست، اما تعداد معدودی از این ترکیبات و از آن جمله تترادیفون دارای اثر کنه‌کشی قابل ملاحظه‌ای می‌باشد که علت این امر وجود اتم‌های کلر در حلقه بنزنی اول و نیز وجود اتم‌های فلور، برم و گروه متوکسی در حلقه دوم می‌باشد. علاوه بر خاصیت کنه‌کشی، توانایی عقیم نمودن کنه‌های ماده را نیز دارا می‌باشد. تترادیفون با نام تجاری تدیون وی- 18 (Tedion V-18®)، در حالت خالص جامدی به رنگ سفید کریستالی است که در 148 تا 149 درجه‌ی سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در متیل‌الکل و اتر کاملاً نامحلول است، در آب به مقدار اندک (0.2 گرم در لیتر) اما در کلروفرم و

1- Tetradifon

هیدروکربن‌های آروماتیک به‌خوبی حل می‌شود. از نظر شیمیایی پایداری خوبی دارد که علت آن وجود پیوند قوی S-C در حلقه می‌باشد. به علت ثبات شیمیایی بالا، حتی در اسیدهای معدنی و نیز مواد قلیایی، پایداری آن روی سطوح مورد تیمار زیاد بوده و عمل حفاظتی خود را از 60 تا 80 روز بعد از سمپاشی حفظ می‌کند. فاقد خاصیت سیستمیک است اما به علت داشتن خاصیت نفوذی، به درون بافت‌های گیاهی وارد می‌شود و روی کنه‌های موجود در سطوح زیرین و رویی برگ‌ها مؤثر واقع می‌شود. روی طیف وسیعی از کنه‌ها (بخصوص کنه‌های خانواده Tetranychidae به میزان 0.9 تا 1.5 کیلوگرم ماده خالص در هکتار) و نیز تخم (بخصوص تخم‌های زمستانه) و لارو آن‌ها کاربرد داشته و میزان مصرف آن دو تا چهار لیتر در هکتار می‌باشد. ترادیفون اگرچه جزء سموم کم‌خطر می‌باشد (LD50=5000-10000 mg/kg) و روی زنبور عسل و سایر حشرات مفید فاقد اثرات سوء می‌باشد، اما روی کنه‌های شکارگر اثرات منفی شدیدی دارد که در برنامه‌های IPM باید به این موضوع توجه شود. قابلیت ترکیبی خوبی با سایر حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها دارد اما از ترکیب امولسیون آن با پودر قابل تعلیق سایر آفت‌کش‌ها باید اجتناب نمود. مهم‌ترین فرمولاسیون‌های رایج شامل پودرهای قابل تعلیق 30% و 50% و نیز امولسیون‌های 7% و 52% می‌باشد. عدم ایجاد گیاه‌سوزی روی گیاهان خانواده کدوئیان از مزایای مهم ترادیفون محسوب می‌شود.

۲-۱-۱۰ بایناپاکریل[1] ($C_{15}H_{18}N_2O_5$)

بایناپاکریل با نام‌های تجاری مروساید (Merocide®)، آکریساید (Acricide®)، آمبوکس (Ambux®) و اندوزان (Endosan®)، پودر سفید رنگ و کریستالی می‌باشد که در 69 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. در محیط‌های اسیدی و قلیایی هیدرولیز و تحت تأثیر اشعه ماوراء بنفش تجزیه می‌گردد. در آب نامحلول اما در اغلب حلال‌های آلی محلول است. مهم‌ترین فرمولاسیون‌های آن شامل پودر وتابل و امولسیون 50% می‌باشد. بایناپاکریل روی تمام مراحل زیستی کنه‌ها مؤثر بوده و همچنین دارای خاصیت حشره‌کشی (بخصوص علیه تریپس‌ها و شته‌ها) و قارچ‌کشی (علیه سفیدک‌های سطحی) می‌باشد. مکانیسم تأثیر آن روی حشرات و کنه‌ها به این ترتیب است که با نفوذ از طریق جلد بدن، باعث رسوب آلبومین در سلول‌ها می‌شود اما تأثیر آن روی قارچ‌ها بر اساس جلوگیری از جوانه‌زنی کنیدی و متوقف نمودن آلودگی می‌باشد. از مزایای مهم این ترکیب این است که روی دشمنان طبیعی و نیز زنبور عسل تأثیری ندارد. مهم‌ترین فرمولاسیون‌های بایناپاکریل شامل امولسیون 38%، گرد 4% و پودر وتابل 24% و 48% می‌باشند و مقدار مصرف آن 1 تا 1.5 لیتر در هکتار می‌باشد (LD50=350mg/kg). از

1- Binapacryl

ترکیب این آفت‌کش با سموم فسفره و نیز ترکیبات قلیایی باید اجتناب نمود. همچنین روی بعضی گیاهان مانند سیکلامن، رز، زرشک و نیز برخی ارقام انگور ایجاد گیاه‌سوزی می‌نماید که در هنگام کاربرد باید احتیاط‌های لازم را به‌کار برد.

۱۰-۱-۳ آزوسیکلوتین[1] ($C_{20}H_{35}N_3Sn$)

آزوسیکلوتین با نام‌های تجاری پروپال (Peropal®) و کلرمایت (Clermite®)، در فرمولاسیون پودرهای وتابل 25% و 50% به بازار عرضه می‌گردد که میزان مصرف آن 600 تا 1200 کیلوگرم در هکتار است. قابلیت ترکیب با اغلب قارچ‌کش‌ها و کنه‌کش‌ها را دارا می‌باشد. به دلیل داشتن یک اتم قلع (Sn) طیف وسیع کنه‌کشی داشته و روی تمام مراحل زیستی کنه‌ها و نیز علیه کنه قرمز اروپایی اثرات مطلوبی دارد. آزوسیکلوتین معمولاً به نسبت یک در هزار و به‌صورت محلول‌پاشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (LD50=150mg/kg). بعد از مصرف روی گیاهان، به متابولیت‌های غیرسمی شامل تریازون، سیکلوهگزین و تین‌اکساید تبدیل می‌شود. علاوه بر کنه‌های مرکبات، جزء ترکیبات مؤثر روی کنه‌های مزارع پنبه محسوب می‌شود.

۱۰-۱-۴ پروپارژیت[2] ($C_{19}H_{26}O_4S$)

پروپارژیت با نام‌های تجاری اومایت (Omite®) و کومایت (Comite®)، کنه‌کشی تماسی است که در آب و اغلب حلال‌های آلی قابل حل می‌باشد. فرمولاسیون‌های مهم آن شامل پودر وتابل 30% (2.5 تا 3 کیلوگرم در هکتار) و امولسیون 57% (1.5 تا 2 کیلوگرم در هکتار) می‌باشند که برای کنترل کنه‌های تار عنکبوتی، کنه قرمز اروپایی (بخصوص روی درختان میوه سردسیری) و کنه پاکوتاه چای به‌کار می‌رود. دوام این کنه‌کش حدود 45 روز می‌باشد که به این ترتیب زمان سمپاشی 45 روز قبل از برداشت محصول می‌باشد. سمیت پروپارژیت بسیار پایین بوده (LD50=2000 mg/kg) و روی زنبور عسل و حشرات مفید گرده‌افشان تأثیری ندارد. این کنه‌کش تا 15 روز اثر کنه‌کشی خود را روی گیاه حفظ می‌کند و روی کنه‌های مقاوم به سموم فسفره نیز مؤثر می‌باشد.

۱۰-۱-۵ آمیتراز[3] ($C_{19}H_{23}N_3$)

آمیتراز با نام‌های تجاری Mitac®، Triatox® و Taktic®، از ترکیبات آمیدی (فرمامیدین) است که

1- Azocyclotine
2- Propargite
3- Amitraz

دارای خواص تماسی و تدخینی می‌باشد و علاوه بر کنه‌ها روی تعدادی از حشرات مانند شته‌ها، شپشک‌ها، پسیل‌ها و سفید بالک‌ها نیز مؤثر است. از سموم مؤثر روی کنه‌های دامی است و در این رابطه خیلی سریع باعث جدا شدن Hypostom کنه‌ها می‌گردد. این کنه‌کش با ایجاد اختلال در کار آنزیم Ectopamin که یک نوع پیام‌رسان عصبی است، اثرات آفت‌کشی خود را بروز می‌دهد. قابلیت ترکیب با اغلب قارچکش‌ها و حشره‌کش‌ها (بجز پاراتیون و محلول بردو) را دارا می‌باشد. ترکیب آمیتراز با کنه‌کش کلوفنتزین باعث پدیده سینرژیسم شده و موجب کنترل طیف گسترده‌ای از کنه‌ها می‌گردد. روی کنه‌های مقاوم به سموم فسفره اثرات مطلوبی دارد.

۶-۱-۱۰ کلوفنتزین[1] ($C_{14}H_8Cl_2N_4$)

کلوفنترین با نام تجاری آپولو (Apollo®)، جزء ترکیبات تترازین می‌باشد. دارای خاصیت کاملاً انتخابی است که فقط روی مرحله زمستان‌گذران (تخم) کنه قرمز درختان میوه سردسیری مؤثر می‌باشد و روی کنه‌های شکارگر بی‌تأثیر است. تأثیر تخم‌کشی این کنه‌کش بر اساس جلوگیری از رشد جنین داخل تخم می‌باشد و نکته مهم اینکه این کنه‌کش در دماهای پایین (حدود 15 درجه سانتی‌گراد) کارآمدتر از دماهای بالاتر می‌باشد. فرمولاسیون این ترکیب، امولسیون 50% می‌باشد که به نسبت 0.25 تا 0.5 در هزار توصیه می‌شود. سمیت این کنه‌کش، 32mg/kg می‌باشد.

۷-۱-۱۰ دایکوفول[2] ($C_{14}H_9Cl_5O$)

دایکوفول با نام‌های تجاری کلتان (Keltan®، Mithgan® و Hifol®) از کنه‌کش‌های کلره و غیرسیستمیک می‌باشد که روی طیف وسیعی از کنه‌ها بخصوص کنه‌های تار عنکبوتی مؤثر است (به میزان 2.5 لیتر در هکتار). اما روی تخم کنه‌ها بی‌تأثیر می‌باشد که به همین دلیل تکرار سمپاشی بعد از 15 روز الزامی است. مهم‌ترین فرمولاسیون‌های این کنه‌کش شامل پودر وتابل و امولسیون 18.5% می‌باشند. دایکوفول اگرچه خاصیت سرطان‌زایی ندارد اما طی فرایندی که نتیجه آن از دست دادن اتم اکسیژن می‌باشد، به D.D.T تبدیل شده و در نتیجه خاصیت سرطان‌زایی پیدا می‌کند. قابلیت ترکیب شدن با سایر حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها را دارا می‌باشد. اگرچه روی حشرات مفید تأثیر اندکی دارد اما روی کنه‌های شکارگر اثرات سوء دارد.

1- Clofentezine
2- Dicofol

۸-۱-۱۰ کلروبنزیلات[1] ($C_{16}H_{14}Cl_2O_3$)

کلروبنزیلات با نام‌های تجاری ®Acar، ®Acaraben، ®Folbex و ®Benzilan، کنه‌کشی تماسی است که برای کنترل کنه‌های مرکبات، پنبه و سویا قابل کاربرد است. در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی به خوبی حل می‌شود. در محیط‌های اسیدی و قلیایی قوی هیدرولیز می‌شود. فرمولاسیون‌های رایج آن، امولسیون‌های 25% و 50% می‌باشند که به ترتیب به میزان 2 و 1 در هزار به‌کار می‌روند. یکی از سموم مؤثر علیه کنه‌های انگل زنبور عسل (Varoa Jacobsoni) می‌باشد که برای این منظور نوع فولبکس (Folbex) آن به‌صورت نوارهای دودزا مورد استفاده قرار می‌گیرند. کلروبنزیلات دارای خاصیت سرطان‌زایی می‌باشد که به همین دلیل تولید و عرضه آن در دنیا منسوخ شده است.

۹-۱-۱۰ دینوبوتون[2] ($C_{10}H_4Cl_2O$)

این کنه‌کش با نام‌های تجاری دینوفن (®Dinofen)، آکرکس (®Acrex) و سیستوزول (®Systosol)، در آب نسبتاً نامحلول اما در گزیلول و استون محلول می‌باشد. دینوبوتون دارای اثر تماسی و نیز اثر ضربه‌ای می‌باشد که فرمولاسیون پودر وتابل 50% آن برای کنترل کنه‌های گیاهی پنبه، لوبیا، سویا، مرکبات و سبزیجات قابل کاربرد است. جزء سموم مؤثر علیه کنه قرمز اروپایی و کنه قهوه‌ای پابلند باغ‌های سیب و گلابی می‌باشد که برای این منظور از محلول 0.15 تا 0.2 از فرمولاسیون فوق استفاده می‌شود. علاوه بر خاصیت کنه‌کشی، دارای خاصیت قارچ‌کشی نیز می‌باشد که غلظت 0.1% از فرمولاسیون پودر وتابل 50% برای کنترل سفیدک سطحی درختان میوه و گل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. امولسیون 30% این کنه‌کش نیز برای کنترل کنه‌های پنبه و به میزان 3 تا 5 کیلوگرم در هکتار به‌کار می‌رود. دینوبوتون دارای سمیت زیادی برای جانوران خونگرم می‌باشد (LD50=119-142 mg/kg). در محیط‌های اسیدی پایدار اما در محیط‌های قلیایی و نیز در داخل گیاه به تدریج هیدرولیز شده و به ماده سمی دیگر به‌نام دینوزب و سپس به متابولیت‌های غیرسمی مانند Carbonyl و CO_2 تبدیل می‌گردد. دوره کارنس این کنه‌کش حدود 20 روز می‌باشد و خاصیت گیاه‌سوزی در غلظت‌های توصیه شده مشاهده نشده است.

۱۰-۱-۱۰ میلبکس[3] ($C_{14}H_{18}N_2O_7$)

میلبکس با نام تجاری سولفید کلروفن (®Chlorfen Sulphide) ترکیبی نامحلول در آب اما محلول در اغلب حلال‌های آلی می‌باشد. به دلیل قدرت تبخیر نسبتاً زیاد آن، بقا و پایداری آن روی سطوح

1- Chlorobenzilate
2- Dinobuton
3- Milbex

سمپاشی شده اندک است. جزء ترکیبات نسبتاً ناپایدار است به‌طوری که در محیط‌های اسیدی و قلیایی به سرعت تجزیه شده و خاصیت سمی خود را از دست می‌دهد. با توجه به اینکه با افزایش دما سرعت تجزیه افزایش می‌یابد لذا سرعت تجزیه در مناطق گرمسیری به مراتب سریع‌تر از مناطق معتدله و سردسیری می‌باشد. به هر حال حداکثر دوام این ترکیب حدود 35 روز می‌باشد. میلبکس متشکل از دو ترکیب مختلف با مکانیسم اثر متفاوت می‌باشد که این امر موجب شده است تا مقاومت سریع کنه‌ها اتفاق نیفتد. این کنه‌کش دارای اثر ضربه‌ای شدیدی روی لاروها و نیز کنه‌های بالغ می‌باشد و به‌علاوه خاصیت عقیم کنندگی روی کنه‌های ماده دارد.

۱۰-۱-۱۱ سی‌هگزاتین[1] ($C_{18}H_{14}OSn$)

این کنه‌کش با نام تجاری پلیکتران ($Plictran^{®}$)، به دلیل داشتن اتم قلع (Sn) جزء ترکیبات ارگانوتین‌ها (Organotin) محسوب می‌شود. علاوه بر خاصیت کنه‌کشی دارای اثرات ضد تغذیه‌ای و دور کنندگی می‌باشد. به‌طوری که کنه‌های ماده از تخم‌گذاری و لارو پروانه‌ها از تغذیه روی سطوح سمپاشی شده با پلیکتران اجتناب می‌کنند. همچنین روی تمام مراحل زیستی کنه‌ها به‌طور بسیار مطلوب مؤثر است. مهم‌ترین فرمولاسیون آن پودر قابل تعلیق 25% می‌باشد که به میزان 2 -2.5kg/hec است. سمیت آن 235- 650mg/kg می‌باشد. پلیکتران در طبیعت و بخصوص بر اثر اشعه ماوراء بنفش تجزیه می‌شود و هیدروکسید قلع موجود در آن به اسید استیک تبدیل می‌شود و به این ترتیب خاصیت سمی خود را از دست می‌دهد. دوره کارنس این کنه‌کش حدود 30 روز است.

۱۰-۱-۱۲ تتراسول[2] ($C_{12}H_6Cl_4S$)

نام‌های تجاری این کنه‌کش شامل $Animert^{®}$ و $Alphos^{®}$ می‌باشد. در آب نامحلول اما در برخی حلال‌ها مانند کلروفرم قابل انحلال است. در برابر نور آفتاب اکسید شده و به سولفون تبدیل می‌شود. پودر وتابل این ترکیب جزء کنه‌کش‌های تماسی مؤثر روی تخم و پوره کنه‌ها می‌باشد و در این رابطه دارای خاصیت انتخابی می‌باشد. جزء سموم ایمن برای زنبور عسل محسوب می‌شود (LD50=7000-15000 mg/kg). ترکیب آن با حشره‌کش دیکلرووس باعث سینرژیسم شده و تأثیر مطلوب‌تری روی کنه‌ها دارد.

1- Cyhexatin
2- Tetrasul

۱۰-۱-۱۳ فلوسیکلوکسورون[1] ($C_{25}H_{20}OClF_2N_3O_3$)

این کنه‌کش با نام تجاری Andalin® یک کنه‌کش اختصاصی می‌باشد که روی پوره کنه‌های خانواده‌های Eriophydae و Tetranychidae مؤثر است. فرمولاسیون رایج آن امولسیون 25% می‌باشد و مهم‌ترین عملکرد آن جلوگیری از تشکیل کیتین در کنه‌ها می‌باشد. (LD50=5000 mg/kg)

۱۰-۱-۱۴ فن‌بوتاتین اکسید[2] ($C_6OH_{87}OSn_2$)

فن‌بوتاتین اکسید با نام‌های تجاری Vendex®، Tork® و Oadam®، جزء کنه‌کش‌های ارگانوتین می‌باشد که دارای دوام زیاد بوده و روی طیف وسیعی از کنه‌ها و نیز روی تمام مراحل زیستی کنه‌ها مؤثر می‌باشد. فاقد اثرات سوء روی زنبور عسل و کنه‌های شکارگر و نیز فاقد خاصیت گیاه‌سوزی است. قابلیت ترکیب شدن با قارچ‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و نیز کودهای شیمیایی (بجز $CaCl_2$) را دارد. مکانیسم تأثیر این کنه‌کش بر اساس مهار آنزیم Oxidativ Phosphorilation می‌باشد. مهم‌ترین فرمولاسیون آن پودر وتابل 50% و سوسپانسیون 55% می‌باشد که به نسبت یک در هزار علیه کنه قرمز اروپایی مصرف می‌شود (LD50=2630 mg/kg).

۱۰-۱-۱۵ بنزوکسیمات[3] یا بنزومات[4] ($C_{18}H_{18}ClN_5O$)

بنزوکسیمات با نام‌های تجاری سیترازون (Citrazon®، Artaban®، Acarmate® و Azomate®)، از ترکیبات هیدروکسیمات و از نوع کنه‌کش غیرسیستمیک و تماسی است که روی تمام مراحل زیستی کنه‌ها مؤثر می‌باشد. قابلیت ترکیب با اغلب قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها بجز محلول بردو را دارا می‌باشد. به‌صورت امولسیون 50% برای کنترل کنه‌های تارتن و کنه قرمز مرکبات در فصول مختلف سال و به میزان 10 تا 13 گرم ماده فعال در 100 لیتر آب توصیه می‌شود (LD50=5000mg/kg). ترکیبی حشره‌کش - کنه‌کش به‌نام Fluvalinate وجود دارد که فرمولاسیون نوار اشباع آن با نام Apistan در کندوی زنبور عسل قرار گرفته و بخارات حاصل موجب تلفات شدید در کنه واروآ می‌گردد.

۱۰-۱-۱۶ کلربنزاید[5] ($C_{13}H_{10}Cl_2S$)

کلربنزاید با نام‌های تجاری Mitox®، Chlorparacide®، Acacide® و Chlorocide®، جزء کنه‌کش‌های

1- Flucycloxuron
2- Fenbutatin oxide
3- Benzoxymate
4- Benzomate
5- Chlorbenside

اختصاصی و با خاصیت تخم‌کشی و لاروکشی می‌باشد و روی کنه‌های بالغ چندان مؤثر نیست. این ترکیب روی گیاهان خانواده کدوئیان ایجاد گیاه‌سوزی می‌نماید. جزء سموم ایمن برای زنبور عسل می‌باشد. سمیت این کنه‌کش بسیار زیاد می‌باشد (LD50=10 mg/kg) اما در صورت ورود به بدن پستانداران، هیدرولیز شده و به‌تدریج به‌صورت مشتقات اسید گلوکورونیک دفع می‌گردد.

۱۰-۱-۱۷ برموپروپیلات[1] ($C_{17}H_{16}Br_2O_3$)

نام‌های تجاری این کنه‌کش، نئورون (Neoron®) و آکارول (Akarol®) می‌باشند. کنه‌کشی تماسی است که دارای خاصیت نفوذی و تدخینی نیز می‌باشد. دارای اثر ضربه‌ای بسیار شدید است به‌طوری که 85% تا 99% از کنه‌ها را از بین می‌برد. علاوه بر کنه‌های بالغ، روی تخم‌ها نیز اثرات مطلوبی داشته و به‌علاوه روی کنه‌هایی که به سموم کلره و فسفره مقاوم شده‌اند نیز مؤثر است. مهم‌ترین فرمولاسیون‌های این کنه‌کش شامل امولسیون‌های 25% (به میزان 3 تا 4 لیتر در هکتار) و 50% (1.5 تا 2 لیتر در هکتار) می‌باشند. دوره کارنس این ترکیب حدود 20 روز می‌باشد. سمیت آن پایین است (LD50= 5000 mg/kg) و وقتی وارد بدن انسان شود، در مدت زمان دو روز حدود 80% آن از طریق ادرار و مدفوع از بدن خارج می‌گردد. جزء سموم رایج در مزارع پنبه، سویا و لوبیا می‌باشد. در نسبت‌های توصیه شده فاقد خاصیت گیاه‌سوزی می‌باشد و نیز جزء سموم ایمن برای زنبور عسل محسوب می‌شود.

۱۰-۱-۱۸ فنزون[2] ($C_{12}H_9ClO_3S$)

فنزون با نام تجاری Murvesco® جزء ترکیبات تماسی، گوارشی و تدخینی می‌باشد که تأثیر آن به‌صورت عقیم نمودن ماده‌های بالغ و نیز جلوگیری از تفریخ تخم‌ها می‌باشد. قابلیت ترکیب با اغلب کنه‌کش‌ها و نیز تعدادی از حشره‌کش‌ها (مانند دایکوفول، پروپارژیت، پروتوآت و مالاتیون) را دارا می‌باشد. اگرچه سمیت آن پایین است (LD50=1560-1740 mg/kg) اما جزء سموم بسیار خطرناک برای زنبور عسل محسوب می‌گردد. متابولیسم آن در پستانداران باعث هیدرولیز هسته بنزنی می‌شود که در نهایت به‌صورت گلیکوزید از طریق ادرار دفع می‌شود. پودر وتابل و امولسیون فنزون به منظور مبارزه با کنه‌های انگور، سیب، سبزیجات و پنبه به‌کار می‌رود.

1- Bromopropilate
2- Fenson

۱۰-۱-۱۹ فنازوکس[1] ($C_{12}H_{10}N_2O$)

فنازوکس با نام تجاری فن‌توکسان (Fentoxan®)، ترکیبی کم‌دوام در برابر اشعه ماوراء بنفش و نیز در محیط‌های اسیدی می‌باشد اما در محیط‌های قلیایی پایدار است. علاوه بر خواص تخم‌کشی و لاروکشی، روی حشرات (بخصوص سفید بالک‌ها) نیز مؤثر می‌باشد (LD50=940mg/kg).

۱۰-۱-۲۰ کلرفنوینفوس[2] ($C_{12}H_{14}Cl_3O_4P$)

مهم‌ترین نام‌های تجاری کلرفنوینفوس، Heptarax®، Apachlor®، Supona® و Birlane® می‌باشند. این ترکیب علاوه بر تأثیر روی کنه‌ها، جزء ترکیبات تماسی و تنفسی بسیار مؤثر روی اغلب حشرات بخصوص سوسک کلرادو، ساقه‌خوارهای غلات و نیز شپش‌ها و مگس‌های دامی می‌باشد. فرمولاسیون‌های مهم آن شامل گرانول 10% و امولسیون غلیظ 24% (جهت ضدعفونی بذور) و نیز پودر وتابل 24% می‌باشند.

۱۰-۲ جونده‌کش‌ها (Rodenticides)

انواع بسیاری از پستانداران کوچک بخصوص جوندگان وجود دارند که به اماکن مسکونی، محصولات انباری و گیاهان زراعی آسیب می‌رسانند. در میان این جوندگان، انواع موش‌ها و خرگوش‌ها، تشی و سنجاب حائز اهمیت می‌باشند. راسته جوندگان (Rodentia) حدود نصف گونه‌های پستانداران را شامل می‌شود که به دلیل قدرت تولید مثلی بسیار بالا و گسترش فراوان، به عنوان آفات مهم کشاورزی و بهداشتی محسوب می‌شوند. روش‌های مبارزه با جوندگان متنوع بوده و شامل شکار و تله‌گذاری، مسموم کردن و تدخین لانه‌های آن‌ها با سموم تدخینی می‌باشد که در این میان روش مسموم کردن معمول‌ترین، مؤثرترین و اقتصادی‌ترین روش محسوب می‌گردد. ترکیباتی که جهت مبارزه با جوندگان به‌کار می‌روند به جونده‌کش‌ها (Rodenticide) موسوم هستند که عموماً شامل سه گروه ترکیبات معدنی، فسفره و ترکیبات کومارینی می‌باشند. نکته حائز اهمیت اینکه، جونده‌کش‌ها به هر طریقی که به‌کار برده شوند (اعم از طعمه مسموم یا محلول‌پاشی)، کاربرد آن‌ها نباید به گونه‌ای باشد که موجب دور شدن یا فرار و وحشت موش‌ها یا سایر جوندگان شود و نیز برای انسان نباید خطر زیادی داشته باشند. لازم به توضیح است که بعضی از ترکیبات شیمیایی دارای هر دو خاصیت حشره‌کشی و موش‌کشی هستند که مهمترین سموم با تأثیر توأم حشره‌کشی و موش‌کشی شامل توکسافن، آلدرین و

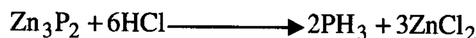
1- Fenazox
2- Chlorfenvinphos

اندرین می‌باشند. توکسافن به میزان 3 تا 5 لیتر در هکتار، آلدرین و اندرین هر دو به میزان 1 تا 1.5 لیتر در هکتار می‌توانند علیه موش‌ها به‌کار روند. جونده‌کش‌ها را معمولاً در سه گروه مختلف شامل ترکیبات معدنی، ترکیبات فسفره و سموم کومارینی طبقه‌بندی می‌کنند که در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱-۲-۱۰ ترکیبات معدنی

مهم‌ترین ترکیب در این گروه از جونده‌کش‌ها، فسفر دوزنگ (Zn_3P_2) می‌باشد که در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱- **فسفر دوزنگ (Zn_3P_2):** فسفر دوزنگ ترکیبی بسیار مؤثر علیه موش‌ها و جوندگان می‌باشد که سمیت آن 40 mg/kg می‌باشد. ماده‌ای سیاه‌رنگ و گرد مانند است که تحت تأثیر رطوبت، گاز سمی فسفین (PH_3) از آن متصاعد می‌شود. هرگاه جونده‌ای از این ماده تغذیه نماید، ماده خورده شده تحت تأثیر محیط اسیدی معده و بر اساس واکنش زیر، گاز فسفین تولید می‌نماید.



$$Zn_3P_2 + 6HCl \longrightarrow 2PH_3 + 3ZnCl_2$$

با توجه به اینکه محیط معده جوندگان با محیط معده سایر پستانداران فرقی ندارد، لذا این سموم روی سایر پستانداران نیز اثر می‌کنند. البته بعضی از جوندگانی که در معده آن‌ها اسید کلریدریک کمی وجود دارد نسبت به این سم مقاومت نشان می‌دهند که جثه جانور، وضعیت فیزیولوژیکی جانور و سن جانور در بروز مقاومت دخالت دارند. گاز فسفین از طریق گردش خون به سیستم عصبی جانور می‌رسد و باعث اختلال در اعمال سیستم عصبی می‌شود. علائم مسمومیت در انسان شامل سردرد، دل درد و حالت تهوع شدید می‌باشد. گاز فسفین بسیار سمی بوده و باعث سوراخ شدن معده و روده و در نتیجه خونریزی شدید می‌شود. از طرف دیگر سم فسفین حالت تجمعی نیز دارد، به‌طوری که اگر گربه‌ای موش آلوده را بخورد، می‌میرد و حتی اگر سگی گربه مزبور را بخورد، خواهد مرد. برای نجات شخص مسموم باید معده با پرمنگنات شستشو داده شود و هر 5 دقیقه یک قاشق پرمنگنات 1% وارد معده شود. روش کاربرد فسفر دوزنگ به این ترتیب است که آن‌را به میزان 3 تا 5 گرم با 10 گرم ماده غذایی مخلوط می‌نمایند و به منظور افزایش خاصیت چسبندگی سم به طعمه حدود 2 تا 3 گرم روغن خوراکی به طعمه مسموم اضافه می‌کنند.

۲- **آنتو[1] ($C_{11}H_{10}N_2S$)**: آنتو با نام تجاری ®Kricide، جزء جونده‌کش‌های گوارشی است که پس از ورود به داخل بدن در شیره معده حل شده و وارد خون می‌گردد. مکانیسم تأثیر آنتو به این است که باعث می‌شود تا میزان هموگلوبین خون به شدت کاهش یافته و در نتیجه باعث توقف تنفس و مرگ می‌شود. به منظور تهیه طعمه مسموم با آنتو، از 0.5% تا 10% ماده مؤثر استفاده می‌شود. با توجه به اینکه موش‌ها خیلی سریع به دزهای زیرکشندگی این سم مقاومت نشان می‌دهند، لذا استفاده مکرر از این ترکیب توصیه نمی‌گردد. ماده مؤثر آنتو، 1-نفتیل تیوره (1-Naphthyl Thiorea) می‌باشد که تجزیه آن در محیط‌های قلیایی باعث تبدیل آن به نفتیل آمین می‌شود. آنتو تأثیر بسیار عالی روی موش Rattus norvegicus داشته و باعث خونریزی شدید داخلی می‌شود.

۳- **سولفات تالیوم (TL_2SO_4)**: سولفات تالیوم با نام‌های تجاری ®Zelio، ®Rattox و ®Tetratine، یکی از سموم مؤثر علیه موش‌ها و مورچه‌ها می‌باشد که معمولاً به‌صورت خمیر Zelio عرضه می‌گردد. جزء سموم گوارشی است که مکانیسم تأثیر آن بر اساس متوقف نمودن فعالیت آنزیم‌های سلولی می‌باشد. سولفات تالیوم جزء ترکیبات تجمعی و نیز بسیار پایدار می‌باشد که به آسانی در طبیعت تجزیه و متابولیزه نمی‌گردد. در صورت بروز مسمومیت با سولفات تالیوم، استفراغ، نوشیدن شیر و نیز تزریق آهسته 2 میلی‌گرم هیپوسولفیت سدیم در رگ فرد مسموم قابل توصیه می‌باشد.

۲-۲-۱۰ ترکیبات فسفره

عنصر فسفر به دو شکل متداول وجود دارد، یکی شکل قرمز که نسبتاً بی‌خطر است و دیگری نوع سفید یا زرد که بسیار سمی است. فسفر زرد به‌صورت بسیار محدود به عنوان جونده‌کش به‌کار می‌رود و در این حالت به کبد، کلیه و قلب صدمات بسیار شدیدی وارد می‌آورد و باعث تجزیه بافت‌ها می‌شود. تأثیر سموم فسفره روی موش صحرایی (Ratus ratus) به‌صورت استفراغ شدید می‌باشد که این پدیده در سایر جوندگان دیده نمی‌شود. جونده‌کش‌های فسفره مانند سایر سموم فسفره ترکیبات ضد کولین‌استراز می‌باشند. یکی از ترکیبات فسفره جونده‌کش، فسفر دو رنگ (Zn_3P_2) است که به دلیل داشتن فلز روی (Zn) در بخش ترکیبات معدنی طبقه‌بندی می‌شود. از دیگر ترکیبات فسفره موش‌کش، گوفاساید (Gophacide) است که جزء سموم موفق موش‌کش می‌باشد.

1- Antu

۳-۲-۱۰ سموم کومارینی (یا ترکیبات ضد انعقاد خون: Anticoagulant)

نحوه اثر سموم کومارینی به دو شکل زیر است:

۱- وقتی وارد معده می‌شوند روی سیستم فیزیولوژیکی اثر می‌گذارند و از تولید ویتامین k و ماده پروترومبین جلوگیری می‌کنند. پروترومبین ماده‌ای مهم در خون است که در مواقع خونریزی باعث انعقاد خون می‌شود.

۲- باعث نازک شدن جدار مویرگ‌ها می‌شوند که نتیجه آن خونریزی شدید داخلی می‌باشد. فراوانی مویرگ‌ها در قلب، مغز، کبد و کلیه باعث آسیب‌پذیر بودن بیشتر اندام‌های مزبور در برابر ترکیبات ضد انعقادی می‌شود. مسمومیت ناشی از سموم کومارینی با علائمی مانند تهوع، استفراغ، اسهال، خونریزی از بینی و لثه‌ها، خونریزی داخلی و وجود خون در مدفوع همراه است. استفاده از مقدار زیادی ذغال طبی و تجویز 10 تا 20 میلی‌گرم ویتامین k از طریق خوراندن، تزریق داخل عضله یا داخل ورید (بر حسب شدت مسمومیت) جهت درمان مؤثر می‌باشد.

از مزایای سموم کومارینی این است که:

الف- وقتی در محیط جانور قرار می‌گیرند، هیچ بویی ایجاد نمی‌کنند.

ب- باعث مرگ ناگهانی نمی‌شوند و موش‌ها به‌تدریج ضعیف می‌شوند و در نهایت می‌میرند.

ج- برای انسان و دام سمیت زیادی ندارند. این ترکیبات به صورت‌های مختلف شامل گرد، طعمه مسموم و آب مسموم به‌کار می‌روند و جهت کنترل موفقیت‌آمیز جمعیت موش‌ها، مصرف مکرر آن‌ها ضروری می‌باشد.

یکی از نکات جالب توجه در مورد ترکیبات کومارینی این است که موش‌ها مسمومیت را احساس نمی‌کنند و به همین دلیل به خوردن طعمه‌های مسموم ادامه می‌دهند. اصولاً موش‌ها جانوران باهوشی هستند و اگر یک تا تعدادی از آن‌ها مسموم شدند، سایر موش‌ها از خوردن طعمه اجتناب می‌کنند اما در مورد سموم کومارینی آغاز مسمومیت محسوس نیست و به این ترتیب خطر به سایرین اعلام نمی‌شود. همچنین با کاربرد این سموم، موش‌ها بدون سروصدا می‌میرند و مانند این است که به مرگ طبیعی مرده باشند.

با توجه به توضیحات فوق، سموم کومارینی جزء مطلوب‌ترین جونده‌کش‌ها بوده و کاربرد آن‌ها بیش از دو گروه دیگر (ترکیبات معدنی و ترکیبات فسفره) می‌باشد. مهم‌ترین سموم کومارینی به اختصار در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱- **برومادیولن**[1] **($C_3H_{23}BrO_4$)**: این ترکیب با نام‌های تجاری Maki®، Ratimon®، Bromon® و Contrac®، جزء سموم پایدار در شرایط انباری می‌باشد. در آب و نیز در اغلب حلال‌های آلی مانند اتر و هگزن نامحلول است. مکانیسم تأثیر آن به این ترتیب است که مانع انعقاد خون شده و از تشکیل پروترومبین جلوگیری می‌نماید. به‌صورت طعمه مسموم علیه موش‌ها به‌کار گرفته می‌شود (LD50=1.25mg/kg).

۲- **دی‌کومارول (Dicumarol)**: دی‌کومارول اولین سم کومارینی است که در سال ۱۹۴۸ معرفی شد. چگونگی پی بردن به این ماده سمی به این ترتیب بود که گیاه شبدر شیرین دارای ماده دی‌کومارول می‌باشد که در صورت مصرف زیاد باعث بیماری شبدر شیرین (Sweet Clover) در دام‌ها می‌شود که طی آن خون جانوران مبتلا به آن بسیار روان بوده و لخته نمی‌شود. این بیماری و عامل آن در سال ۱۹۲۲ توسط یک دامپزشک کانادایی مطالعه شدند و به این ترتیب به اهمیت ترکیب سمی مزبور پی برده شد. بیماری مزبور به علت وجود یک نوع قارچ کپکی است که روی شبدر و نیز یونجه رشد می‌نماید و قادر است کومارین را به دی‌کومارین (Dicumarin) به فرمول $C_{19}H_{12}O_6$ تبدیل نماید. دی‌کومارین مانع تشکیل پروترومبین در بدن جانوران خونگرم می‌شود و در نتیجه از لخته شدن خون جلوگیری می‌نماید. چگونگی جذب کومارین و مکانیسم تأثیر آن به‌طور دقیق مشخص نیست اما آنچه که مسلم است اینکه دی‌کومارین و مشتقات آن، کولی‌باکترها که مولد ویتامین k در بدن هستند را از بین می‌برند و در نتیجه ویتامین k (تنها عامل مؤثر در تشکیل پروترومبین در بافت‌های کبد) تشکیل نمی‌شود.

۳- **کلروفاسینون**[2] **($C_{23}H_{15}ClO_3$)**: مهم‌ترین نام‌های تجاری کلروفاسینون شامل Lepit®، Caid®، Drat®، Raviac® و Saviac® می‌باشد. جزء سموم پایدار در شرایط انبار است. در آب نسبتاً محلول اما در حلال‌های آلی کاملاً محلول است. این ترکیب نیز مانند سایر سموم کومارینی مانع انعقاد خون شده و از تشکیل پروترومبین جلوگیری می‌نماید. امولسیون روغنی آن به نسبت 2.5 در هزار به‌کار می‌رود. گرد سمی کلروفاسینون نیز به مقدار 50 میلی‌گرم در

1- Bromadiolone
2- Chlorophacinone

کیلوگرم در ساختن طعمه مسموم به‌کار می‌رود. در صورت وارد شدن به بدن پستانداران، 90% آن در مدت 48 ساعت متابولیزه شده و از طریق مدفوع از بدن خارج می‌شود. علی‌رغم سمیت بالای این ترکیب (LD50=20.5mg/kg)، در دزهای توصیه شده روی زنبور عسل سمیتی ندارد.

۴- **فلوکومافن**[1] **($C_{33}H_{25}F_3O_4$)**: این ترکیب با نام‌های تجاری ®Strom و ®Startagen، جزء ترکیبات پایدار و نسبتاً محلول در آب می‌باشد. دارای سمیت بسیار زیادی می‌باشد (LD50=0.25mg/kg) و جزء ترکیبات ضدانعقادی کارآمد علیه موش و سایر جوندگان محسوب می‌شود.

۵- **وارفارین (Warfarin)**: وارفارین با نام‌های تجاری ®Dethmore، ®Zoocoumarin و ®W.A.R.F، در سال ۱۹۵۰ در آمریکا سنتز شد و بلافاصله به عنوان یک موش‌کش کارآمد معرفی گردید. از خصوصیات آن این است که حالت ترس یا رمیدن از طعمه ایجاد نمی‌کند. جزء ترکیبات ضد انعقادی بسیار کارآمد می‌باشد که به‌کارگیری آن به میزان 2 تا 8 میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن جانور باعث 100% تلفات در موش‌های صحرایی می‌شود. از وارفارین به‌صورت طعمه مسموم 5% استفاده می‌شود که جوندگان مسموم حدود 4 روز پس از مسمومیت می‌میرند.

۶- **دیفاسینون**[2] **($C_{23}H_{16}O_3$)**: دیفاسینون با نام‌های تجاری ®Ramic، ®Difacin و ®Ratindan، جزء ترکیبات ضد انعقادی خون هستند که از لحاظ سمیت، 2 تا 10 برابر بیشتر از وارفارین سمی می‌باشد (LD50=5mg/kg) و برای انسان نیز بسیار خطرناک هستند. این ترکیب به‌صورت پودر متمایل به آبی بوده و دارای 5% ماده مؤثر است که به میزان 3% برای تهیه سموم استفاده می‌شود. Ratindan دارای 0.18% ماده مؤثر می‌باشد که به این ترتیب سمیت کمتری برای انسان دارد.

۷- **سولفاکوئینوکسالین**[3] **($C_{14}H_{12}N_4O_2S$)**: این ترکیب جونده‌کش با نام‌های تجاری ®Sulfa-q-22 و ®Anti-K، به‌صورت طعمه مسموم به‌کار می‌رود. مکانیسم تأثیر آن به این ترتیب است که باکتری‌های مولد ویتامین K را از بین می‌برد و در نتیجه مانع از دفاع در برابر مواد ضد انعقادی می‌شود. پس از ورود به بدن پستانداران متابولیزه شده و از طریق کلیه‌ها

1- Flucomafen
2- Difacinon
3- Sulfaquinoxaline

دفـــع مـــی‌گـــردد. ســـمیت سولفاکوئینوکـــسالین بـــسیار زیـــاد مـــی‌باشـــد (LD50=15mg/kg).

۸- **کوماکلر**[1] **($C_{19}H_{15}ClO_4$)**: کوماکلر با نام‌های تجاری ®Tomorin و ®Ratilan، یـک ترکیـب کلره و از مشتقات کومارین است که ماده مـؤثر آن تومـورثین (Tomorthin) نـام دارد. در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی مانند الکل، استون و کلروفروم محلول است. کوماکلر بـه‌صـورت سم ردیاب (Tracing Poison) به‌کار می‌رود، به‌طوری که در استفاده از ایـن ترکیـب آن‌را بـه میزان 1% با گردهای بی‌اثر رقیق می‌کنند و در محیط‌هایی که احتمـال مـی‌دهنـد مـوش‌هـا رفت‌وآمد می‌کنند، می‌پاشند. موش‌ها ضمن رفت‌وآمد به سم آلوده شده و با لیـسیدن و تمیـز کـردن قـسمت‌هـای آلـوده بـدن، ســم را وارد دســتگاه گــوارش خــود مــی‌نماینــد (LD50=190mg/kg).

۹- **برومتالین**[2] **($C_{14}H_7Br_3F_3N_3O_4$)**: برمتـالین بـا نـام‌هـای تجـاری ®Doratid، ®Vengeanc و ®Assault، در آب نامحلول اما در حـلال‌هـای آلـی محلـول اسـت. همچنـین در برابـر اشـعه ماوراء بنفش بسیار ناپایدار بوده و به سـرعت تجزیـه مـی‌شـود. مکانیـسم تـأثیر ایـن ترکیـب به‌صورت جلوگیری از تشکیل ATP می‌باشد. به‌صورت طعمه مسموم و به میزان یـک گـرم در کیلـوگرم علیـه جونـدگان مختلـف بـه‌کـار مـی‌رود. برومتـالین سـمیت بـسیار زیـادی دارد (LD50 = 2mg/kg) که در هنگام استفاده از آن‌ها باید احتیاط لازم صورت گیرد.

۱۰- **برودیفاکوم (Brodifacum)**: برودیفاکوم با نام تجاری کلرات (®Kelerat) به بازار عرضه شده است و جزء سموم ضد انعقاد خون یا آنتی‌کواگولانت (Anticoagulant) می‌باشـد و بـه‌صـورت طعمه مسموم علیه انواع موش‌ها مصرف می‌گردد (LD50 =0.3 mg/kg).

۱۱- **بروماديولون (Bromadiolone)**: برومادیولون بـا نـام تجـاری لانـی‌رت (®Lanirat) بـه بـازار عرضه شده است و مانـند برودیفـاکوم یـک ترکیـب ضـد انعقـاد خـون مـی‌باشـد. مهـم‌تـرین فرمولاسیون آن طعمه آماده مصرف با 0.005% ماده مؤثر می‌باشد.

۱۲- **کوماتترالیـــل**[3] **($C_{19}H_{16}O_3$)**: کوماتترالیـل بـا نـام تجـاری راکـومین 57 (®Racumin 57)، به‌صورت گرد سمی و مخلوط با مواد غذایی به‌کـار مـی‌رود. گـرد راکـومین دارای 75% مـاده سمی می‌باشد و در ساختن طعمه مسموم، یک قسمت راکومین با 19 قـسمت مـاده خـوراکی

1- Caumachlor
2- Bromethalin
3- Cumatetralyl

مانند بلغور ذرت و برنج مخلوط می‌گردد. موش‌های درشت (Rattus rattus) و نیز موش‌های کوچک خانگی (Mus musculus) باید مقدار بیشتری از طعمه مسموم را دریافت نمایند تا کشته شوند. اضافه نمودن ماده‌ای ضد کپک به طعمه مسموم باعث می‌شود تا طعمه مسموم در محیط‌های مرطوب آلوده به کپک نشود و همچنان توسط موش‌ها مورد تغذیه قرار گیرند.

۱۳- **دیفناکوم[1] ($C_{31}H_{24}O_4$)**: دیفناکوم با نام‌های تجاری Neosorexa® و Ratac®، جزء ترکیبات نامحلول در آب اما محلول در حلال‌های آلی می‌باشد که به‌صورت طعمه مسموم علیه موش به‌کار می‌رود.

۱۴- **پیندون (Pindone)**: پیندون با نام‌های تجاری Pivalin® یا Pival®، از مشتقات ایند اندیون می‌باشد که از تشکیل پروترومبین جلوگیری می‌نماید و از ترکیبات مؤثر علیه موش‌ها می‌باشد. ترکیب پیندون با وارفارین باعث تشدید اثر می‌شود.

۱۵- **آکتوسینوپ (Actosinop)**: آکتوسینوپ از ترکیب دو جونده‌کش وارفارین و پی‌وال تهیه می‌شود که دارای خاصیت موش‌کشی قابل توجهی می‌باشد (LD50 = 15-35mg/kg).

۱۶- **کرایمیدین[2] ($C_7H_{10}ClN_3$)**: کرایمیدین با نام تجاری Castrix® (از مشتقات پیریمیدین)، به‌صورت دانه‌های آلوده به سم و به نسبت یک در هزار علیه جوندگان به‌کار می‌رود (LD50=1.25mg/kg). این ترکیب در محیط‌های اسیدی و قلیایی ناپایدار بوده و نیز فاقد قابلیت ترکیب با سایر سموم است.

۱۷- **پیرانوکومارین[3] ($C_{20}H_{18}O_4$)**: پیرانوکومارین با نام‌های تجاری Comopyrin®e و Cyclocamarol®، به‌صورت طعمه مسموم به‌کار رفته و مانع انعقاد خون شده و از تشکیل پروترومبین جلوگیری می‌نماید (LD50=7-14mg/kg).

لازم به توضیح است که بر اساس جدیدترین طبقه‌بندی انجام شده در رابطه با جونده‌کش‌ها، این گروه از آفت‌کش‌ها به ده گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

الف- جونده‌کش‌های گیاهی: شامل Scilliroside و Strychnine

ب- جونده‌کش‌های کومارینی: شامل Brodifacoum، Bromadiolone، Coumachlor، Coumafuryl،

1- Difenacoum
2- Crimidine
3- Pyranocomarin

Coumatetralyl، Difenacoum، Difethialone، Flocoumafen و Warfarin

ج- جونده‌کش‌های گروه indandione: شامل Chlorophacinone، Difacinone و Pindone

د- جونده‌کش‌های معدنی: شامل Arsenous Oxide، Phosphorus، Potassium Arsenite، Sodium Arsenite، Thallium Sulfate و Zinc Phosphide

هـ- جونده‌کش‌های کلره: شامل gamma-HCH، HCH و lindane

و- جونده‌کش‌های فسفره: شامل Phosacetim

ز- جونده‌کش‌های گروه pyrimidinamine: شامل Crimidine

ح- جونده‌کش‌های تیوره (thiourea): شامل Antu

ط- جونده‌کش‌های اوره (urea): شامل Pyrinuron

ی- جونده‌کش‌های طبقه‌بندی نشده: شامل Bromethalin، Chloralose، α-Chlorohydrin، Ergocalciferol، Fluoroacetamide، Flupropadine، Hydrogen Cyanide، Norbormide و Sodium Fluoroacetate.

۳-۱۰ حلزون‌کش‌ها (Molluscicide)

حلزون‌ها که از شاخه نرم‌تنان (Mollusca) می‌باشند، جزء آفات مهم کشاورزی محسوب می‌شوند که با تغذیه از برگ انواع گیاهان زراعی و درختان میوه باعث ایجاد خسارت می‌شوند. به منظور مقابله با این گروه از آفات، ترکیباتی با نام حلزون‌کش سنتز و عرضه شده‌اند. البته اغلب حلزون‌کش‌ها جزو ترکیبات اختصاصی نبوده و از گروه‌های مختلف آفت‌کش‌ها می‌باشند. به‌طور کلی هر ترکیبی که جاذب رطوبت باشد، می‌تواند یک حلزون‌کش باشد، مانند اکسید کلسیم و سیانامید مس. حلزون‌کش‌ها در مکان‌هایی می‌توانند مؤثر باشند که میزان رطوبت پایین باشد.

مهم‌ترین حلزون‌کش آلی که تاکنون به بازار عرضه شده است، متالدئید (Metaldehyde) است که احتمالاً تنها ترکیب اختصاصی می‌باشند که به بازار عرضه گردیده است. متالدئید با نام‌های تجاری Metaxon® و Meta®، ترکیبی است که از نظر اثر، بیشترین تأثیر را روی حلزون‌ها دارد و جزء مؤثرترین حلزون‌کش‌ها می‌باشد. برای تهیه متالدئید، استالدئید را با اتانول در شرایط خاصی مخلوط می‌کنند. متالدئید به‌صورت طعمه مسموم و محتوی 25 تا 40 گرم ماده مؤثر می‌باشد. به منظور مبارزه

با حلزون‌ها و لیسک‌ها، 3 کیلوگرم متالدئید را با 100 کیلوگرم سبوس مخلوط می‌نمایند و معمولاً هنگام غروب در مزارع و باغات می‌پاشند.

حلزون‌کش‌های دیگر شامل سوین (Sevin)، زکتران (Zectran) و مزورول (Mesurol) از گروه کاربامات‌ها، کپون (Kepon) و میرکس (Mirex) از سموم کلره هستند که هم به‌صورت طعمه و هم محلول‌پاشی مؤثر واقع می‌شوند. مزورول با فرمولاسیون پودر و تابل 50% به بازار عرضه می‌شود و به‌صورت طعمه مسموم 3% علیه حلزون‌ها به‌کار می‌رود.

فصل یازدهم

نسل سوم آفت‌کش‌ها

بشر از قرن بیستم و بخصوص از دهه سوم این قرن موفقیت چشمگیری در فرموله کردن و توسعه آفت‌کش‌های نسل دوم به‌دست آورد، به‌طوری که تا اواسط قرن بیستم تقریباً مشکل آفات را برای خود حل شده تلقی می‌کرد. از نیمه قرن بیستم به بعد مشکلات جدیدی به‌وجود آمد که بشر تا آن زمان اطلاع چندانی از آن‌ها نداشت. یکی از مهم‌ترین مشکلات، طیف آفت‌کشی بیش از حد سموم بود که باعث می‌شد نه تنها آفت موردنظر، بلکه طیف وسیعی از حشرات و موجودات زنده که غالباً در اکوسیستم‌های موجود نقش مهمی داشتند، تحت تأثیر قرار گرفته و تعادل زیست محیطی دچار اختلال شود یا حتی موجب نابودی کامل برخی اکوسیستم‌ها شود. به‌علاوه در این مرحله خود بشر بیش از همه مورد اصابت سموم قرارگرفت، به‌طوری که نه تنها مسمومیت حاد موجب مرگ‌ومیر تعداد بی‌شماری از انسان‌ها شد، بلکه بقایای این سموم نیز در زنجیره‌های غذایی که انسان نیز در آن شرکت داشت، موجب بروز ضایعات و ناراحتی‌های متعددی برای انسان شد که بعضاً هنوز هم تعدادی از آن‌ها ناشناخته مانده است.

مسأله دوم اینکه در کاربرد وسیع آفت‌کش‌های نسل دوم، به دلیل فشارهای انتخابی بیش از حد گونه‌های مختلف آفات، پس از چند سال گونه‌های تحت سمپاشی از خود مقاومت نسبی نشان دادند و بعضی از آن‌ها کاملاً در مقابل بعضی از آفت‌کش‌ها مقاوم شدند. از طرف دیگر عده‌ای از موجودات دیگر که تا زمان کاربرد این سموم خطری برای انسان محسوب نمی‌شدند، به‌صورت آفات خطرناکی پا به عرصه وجود گذاشتند. پیدایش آفات جدید دلایل مختلفی دارد که مهم‌ترین آن‌ها از بین رفتن فشارهای کنترل روی آفات بخصوص عوامل کنترل طبیعی (پارازیتوئیدها و شکارگرها) است. به دلیل این مشکلات، از اواسط دهه ۱۹۶۰ بشر به این فکر افتاد که ترکیباتی را عرضه کند که اساساً اختصاصی باشند و از طرفی برای محیط زیست، انسان و سایر موجودات زنده خطرات کمتری داشته باشند. به تدریج در دهه ۱۹۷۰ با انتشار کتاب بهار خاموش (Silent Spring) توسط Rachel Carson، جنجال‌های

زیادی در مورد سموم ایجاد شد و باعث شد تا کاربرد بعضی از این ترکیبات بخصوص سموم کلره (د.د.ت و آنالوگ‌های آن) در کشاورزی ممنوع شود و سایر سموم نیز در شرایط خاصی مجوز کاربرد پیدا کنند. متعاقب این محدودیت‌ها، بسیاری از شرکت‌های ساخت سموم به فکر ساختن نسل سوم آفت‌کش‌ها افتادند و آفت‌کش‌های جدید را فرموله و عرضه کردند که این آفت‌کش‌ها یکسری امتیاز نسبت به آفت‌کش‌های قبلی داشتند و البته محدودیت‌هایی را نیز شامل بودند. نسل سوم آفت‌کش‌ها به بیورشنال‌ها یا اکورشنال‌ها (Biorational = Ecorational) موسوم بوده که در واقع مواد بیولوژیکی هستند که برای کنترل آفت خاصی به‌کار می‌روند و تأثیری روی موجودات زنده غیرهدف ندارند. بیورشنال‌ها گروه‌های متعددی را در برمی‌گیرند که شامل هورمون‌ها، آنزیم‌ها، فرمون‌ها، تنظیم کننده‌های رشد حشرات (Insect Growth Regulator=IGR)، ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها، آغازیان و نماتدهای بیماری‌زای حشرات هستند. این ترکیبات به چهار روش، رشدونمو حشرات را مختل می‌کنند که عبارتند از:

الف- اختلال در مکانیسم تأثیر هورمون‌های جوانی (Juvenile Hormones)

ب- به‌صورت پرکوسن‌ها (Precocene) یا آنتی جونیل هورمون‌ها (Anti Juvenile Hormones) که در میزان تأثیر هورمون‌های جوانی اختلال ایجاد می‌کنند. لازم به توضیح است که در برخی منابع، پرکوسن‌ها به نسل چهارم آفت‌کش‌ها نیز موسوم هستند.

ج- به‌صورت مهار کننده‌های سنتز کیتین ایفای نقش می‌کنند.

د- در متابولیسم حشره هدف ایجاد اختلال نموده و در آن ایجاد بیماری می‌کنند.

۱-۱۱ هورمون‌های مختل کننده رشدونمو حشرات

هورمون‌ها در مراحل مختلف رشدونمو حشرات بسیار حائز اهمیت هستند. به عنوان مثال در دوران دگردیسی و تعویض جلد حشرات، هورمون‌های مغزی، هورمون اکدایسون (Ecdyson) و هورمون جوانی (Juvenile Hormone=J.H) نقش بسیار مهمی دارند. تجربیات بشر نشان داده است که کاربرد این هورمون‌ها در مراحل مختلف زندگی یک آفت می‌تواند به او کمک کند تا ادامه حیات آفت را مختل نماید. به همین دلیل اقدام به سنتز مصنوعی این‌گونه هورمون‌ها کرده است. چندین ترکیب هورمونی در مورد تغییر جلد در حشرات شناخته شده است و چندین اکدایسون تاکنون فرموله شده است که مهم‌ترین آن‌ها α-E است. در سال‌های اخیر محققین دریافتند که هورمون جوانی قابل سنتز کردن است و ترکیباتی مشابه هورمون جوانی (Juvenile Hormone Mimic) مانند Sesquiterpenes و

Farnesol عرضه شد. هورمون جوانی حشرات که در غلظت‌های بسیار پایین مؤثر است، به‌وسیله اجسام آلاتا (Corpora Allata) واقع در مغز ترشح می‌شود و وظیفه اصلی آن کنترل فرایندهای زادآوری، پوست‌اندازی و دگردیسی است. با توجه به اثر تعیین کننده هورمون جوانی در مکانیسم طبیعی رشد، دگردیسی و تولیدمثل حشرات، بدیهی است که تغییر در مقدار این هورمون اختلالات گوناگونی در فیزیولوژی و رفتار حشرات ایجاد می‌کند که در نهایت موجب مرگ آن‌ها می‌شود. هورمون جوانی در مراحل پورگی از مسن شدن حشره جلوگیری می‌کند و به همین دلیل در سنین اولیه لاروی مقدار آن زیاد است و هر چه به مرحله شفیرگی نزدیک‌تر شود، مقدار آن کمتر می‌شود. بنابراین در دفع آفات، محلول‌پاشی شبه هورمون‌های جوانی باید در مرحله لاروی انجام گیرد که در این شرایط از تبدیل پوره یا لارو به مرحله بلوغ ممانعت می‌کند. شبه هورمون‌های جوانی همچنین ممکن است باعث ناقص‌الخلقگی شوند یا ادامه حیات حشره را مختل نمایند. بعضی از شبه هورمون‌های جوانی روی تخمدان‌ها مؤثر هستند و لذا اگر در موقع نامناسبی مانند پائیز روی حشره پاشیده شوند، موجب تحریک تخم‌گذاری می‌شوند و حشره به‌جای اینکه به دیاپوز برود به تخم‌گذاری می‌پردازد و به این ترتیب هم حشره ماده و هم تخم‌های گذاشته شده در اثر عوامل نامساعد طبیعی از بین می‌روند. مزایای شبه هورمون‌های جوانی عبارتند از:

الف- اختصاصی هستند لذا خطری انسان و سایر موجودات را تهدید نمی‌کند.

ب- مقاومت آفات در برابر آن‌ها به‌وجود نمی‌آید.

ج- خطر آلودگی محیط زیست وجود ندارد.

مهم‌ترین اشکال شبه هورمون‌های جوانی این است که فقط در مرحله لاروی مؤثر هستند لذا روی آفاتی که در مرحله لاروی و بخصوص در مراحل اولیه لاروی خسارت می‌زند و فقط یک سن لاروی نیز دارند، کاربردی ندارند.

یک نوع شبه هورمون جوانی که جوبیون (Jubion) نام دارد در چوب درخت بالسان (Balsan) که معمولاً در کانادا می‌روید، وجود دارد. این ماده و تأثیر آن زمانی که کاغذهای ساخته شده از چوب درخت بالسان جهت مفروش کردن کف ظروف پرورش سن Pyrrhocoris sp استفاده شده بود، به‌طور تصادفی کشف شد زیرا حشرات پرورش یافته در این ظروف دچار اختلال در پدیده دگردیسی شدند.

شبه هورمون‌های جوانی (Juvenile Hormone Mimic) و ترکیبات مشابه آن‌ها یعنی جوونوئیدها (Juvenoid) و جووجن‌ها (Juvegen)، رشد قبل از بلوغ و ظهور حشرات کامل را بر هم می‌زنند. یکی از این مواد متوپرن (Methoprene) با نام تجاری آلتوزیت (Altosite®) و با سمیت بسیار پایین

(LD50=34600mg/kg) است که به عنوان کنترل کننده لارو پشه‌ها بخصوص Culex spp و نیز کک‌های بهداشتی (Siphonaptera) به‌کار می‌رود. هیدروپرن (Hydroprene) یا جنکور (Gencor®) یکی دیگر از کنترل‌کننده‌های رشد حشرات است که جهت مبارزه با سوسری‌ها و آفات انباری به‌کار می‌رود. تأثیر هیدروپرن روی سوسری‌ها به این ترتیب است که باعث ایجاد حشرات نابالغ با رنگ تیره و بال‌های دفرمه (بد شکل) و نیز از بین رفتن قدرت باروری می‌شود. کینوپرن (Kinoprene) یا انستار (Enstar®) از دیگر تنظیم کننده‌های رشد است که روی شته‌ها، سفید بالک‌ها و شپشک‌ها مؤثر است. آدمیرال (Admiral) یا پیریپروکسیفن (Pyriproxifen®) در فرمولاسیون امولسیون 10% یکی دیگر از ترکیبات شبه هورمون جوانی است که تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی سفید بالک‌ها دارد.

از دیگر آفت‌کش‌های نسل سوم، مهار کننده‌های سنتز کیتین (Chitin Syntesis Inhibitor) است که در فرایند تولید اسکلت خارجی جدید به هنگام پوست‌اندازی اختلال ایجاد می‌کند. مهم‌ترین ترکیب ضد سنتز کیتین، دیمیلین (Dimilin®) با ماده مؤثر دیفلوبنزورون (Diflubenzuron) می‌باشد که در فرمولاسیون پودر وتابل 25% عرضه می‌شود. دیمیلین حشره‌کشی است که در گروه‌بندی جدید تحت عنوان جلوگیری کننده رشد حشرات (Insect Growth Inhibitor=IGI) طبقه‌بندی می‌شود. ماده مؤثر آن (دیفلوبنزورون) از ساخته شدن کیتین در جلد ممانعت کرده و در جریان پوست‌اندازی پدیده تعویض جلد را متوقف می‌کند. این ترکیب، سمی گوارشی است که بعد از سمپاشی روی گیاهان تحت تیمار باقی مانده و داخل بافت گیاه نمی‌شود. در نتیجه روی تمام حشراتی که از قسمت‌های سطحی گیاه تغذیه می‌نمایند، مؤثر است. این سم را برای کنترل حشرات مکنده و بالغ به‌کار نمی‌برند و اثرات آن کند و بطئی است. دیمیلین برای کنترل آفاتی مانند ابریشم‌باف ناجور (Lymantria dispar)، برگ‌خوار نارون، مینوز لکه گرد و ملخ مراکشی در حالت غیر طغیانی به‌کار می‌رود. سایر ترکیبات ضد سنتز کیتین عبارتند از: Teflubenzuron (No-Molt®)، Flucycloxuron (Andalin®)، Flufenoxuron (Cascade®)، Baycidal®، Starcide® و Triflomuron Alsystin®: نام دیگر آن Bay Sir 8514 است که روی سرخرطومی برنج بسیار مؤثر است.

لازم به توضیح است که برخی از مواد شیمیایی موجود در بعضی از گیاهان نیز به‌طور طبیعی برای بازداشتن رشد حشراتی که از آن گیاهان تغذیه می‌کنند، به‌کار می‌روند و لذا گیاهان میزبان را محافظت می‌کنند. این مواد به «ترکیبات شیمیایی ثانویه» موسوم هستند و گیاهان به‌طور فعال آن‌ها را جهت دفاع در مقابل آفات سنتز می‌نمایند و به این ترتیب ترکیبات مزبور یکی از مکانیسم‌های فعال و کارآمد در کنترل طبیعی آفات محسوب می‌شوند.

۲-۱۱ مواد شیمیایی جلب کننده (Chemical Attractants)

مواد شیمیایی جلب کننده نیز یکی از گروه‌های مربوط به نسل سوم آفت‌کش‌ها هستند. عبارت مواد شیمیایی جلب کننده با واژه فرمون (Pheromone) مترادف است. فرمون بر اساس تعریف، عبارت است از ماده‌ای شیمیایی که توسط بعضی غدد درونی یک حشره به بیرون از بدن ترشح می‌شود، قدرت تبخیر شدن دارد و توسط افراد همان گونه قابل تشخیص می‌باشد که حشره دریافت کننده پس از دریافت آن، عکس‌العمل بخصوصی را از خود نشان می‌دهد. فرمون‌ها از نظر مکانیسم تولید تقریباً مشابه هورمون‌ها هستند، با این تفاوت که هورمون در داخل بدن از طریق خون یا عصب منتقل می‌شود و روی عضو بخصوص یا روی واکنش خاصی در داخل بدن اثر می‌گذارد، در حالی که فرمون‌ها به بیرون از بدن فرد تولید کننده پخش می‌شوند و روی خود تولید کننده اثری ندارند، بلکه روی سایر افراد هم‌گونه آن اثر می‌گذارند که معمولاً اثری رفتاری می‌باشد. به‌طور کلی از نظر تأثیر یا از نظر وظایف، فرمون‌ها وظایف متعددی دارند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

۱- **جلب جنس مخالف:** فرمون توسط حشره ماده ترشح می‌شود و نر را به طرف خود جلب می‌کند. این نوع فرمون به فرمون جنسی (Sex Pheromone) موسوم است.

۲- **تحریک کننده‌ها یا تشدید کننده‌های جنسی:** تأثیر این گروه از مواد شیمیایی به‌صورت بروز واکنش‌های رفتاری جنسی می‌باشد، مانند فعال شدن تخمدان‌ها یا بیضه‌ها، تحریک تولید تخم یا اسپرماتوزوئید یا تحریک شدن میل به جفت‌گیری.

۳- **فرمون‌های تجمعی:** این گروه از فرمون‌ها موجب تجمع حشرات در اطراف آن‌ها می‌شوند و امروزه در دفع آفات مورد استفاده فراوانی دارند (Cogregation Sconts). این مواد در غلظت‌های بسیار پایین در هوا، روی حشرات هم‌گونه در نقاط مختلف تا شعاع چندین کیلومتر اثر گذاشته و به‌طرف خود جلب می‌کنند. فرمون‌های تجمعی یا جلب کننده‌ها با فرمون‌های جلب کننده جنس مخالف متفاوت هستند و تمام افراد گونه را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

۴- **فرمون‌های اعلام خطر (Pheromones Alarm):** این گروه از فرمون‌ها اکثراً در زندگی حشرات اجتماعی مانند مورچه‌ها، موریانه‌ها و بخصوص زنبورها و شته‌ها که به حالت کلنی زندگی می‌کنند، به مقدار زیاد تولید شده و انجام وظیفه می‌کنند. این فرمون‌ها با ترکیبات خاص خود در مواقع بروز خطر، در فضا پخش شده و تمام اعضای هم‌گونه را از وجود خود آگاه می‌کنند.

۵- **فرمون‌های شناسایی:** بعضی از فرمون‌ها در رابطه با تشخیص افراد مربوط به یک کلنی انجام وظیفه می‌نمایند و در مورد حشرات اجتماعی حائز اهمیت هستند.

البته فرمون‌های دیگری نیز وجود دارند که هر یک دارای نقش اختصاصی می‌باشند. از نظر کاربرد، فرمون‌ها دارای کاربردهای مختلفی هستند که عبارتند از:

۱- عمدتاً برای مطالعه جمعیت‌های حشرات

۲- برای مطالعه انتشار حشرات در یک منطقه، مثلاً حشره‌ای را علامت‌گذاری کرده و در فضا رهاسازی می‌نمایند و سپس با جمع‌آوری آن به همراه سایر حشرات با استفاده از تله‌های فرمونی، انتشار آن‌را بررسی می‌نمایند.

۳- برای مطالعه میزان بقا و زنده ماندن یک گونه حشره در طبیعت

۴- انجام مطالعات در مورد رفتارهای جفت‌گیری، تخم‌گذاری و تغذیه حشرات

۵- در مناطق جنگلی برای مبارزه با یک آفت خاص معمولاً از فرمون‌ها استفاده می‌شود. به عنوان مثال در رابطه با سوسک‌های چوب‌خوار (Scolytidae) یا پروانه فری (Zeuzera pyrina) از فرمون اختصاصی آن‌ها استفاده می‌شود و آن‌ها را به تله‌های فرمونی جلب می‌کنند که در زیر این تله‌ها مواد شیمیایی یا تله‌های مخصوصی قرار داده می‌شوند که می‌توان توسط این‌گونه وسایل این آفات را به دام انداخت. این روش مبارزه در جنگل‌ها کاربرد زیادی دارد زیرا سمپاشی در آنجا مشکل و گاهی غیرممکن است.

مهم‌ترین مواد شیمیایی جلب کننده حشرات عبارتند از: Brevicomin، Codlelure، Cue-lure، Disparlure، Dominicalure، Eugenol، Frontalin، Gossyplure، Grandlure، Hexalure، Ipsdienol، Ipsenol، Japonilure، Lineatin، Litlure، Looplure، Medlure، Megatomoic Acid، Methyl Eugenol، α-Multistriatin، Muscalure، Orfralure، Oryctalure، Ostramone، Siglure، Sulcatol، Trimedlure و Trunc-call.

۱-۲-۱۱ مزایای فرمون‌ها

فرمون‌ها نسبت به حشره‌کش‌های معمولی اولاً؛ موجب بروز خطرات مربوطه برای انسان، دام و محیط زیست نمی‌شوند، زیرا فرمون‌ها فوق‌العاده اختصاصی هستند و حتی از یک گونه به گونه دیگر اثری ندارند. ثانیاً؛ چون اختصاصی و رفتاری هستند، موجب بروز مقاومت در حشرات نمی‌شوند و حداکثر سازگاری (Adaptation) ممکن است پیش آید که در این رابطه می‌توان با افزایش دز یا غلظت، با این

پدیده مقابله کرد.

۲-۲-۱۱ محدودیت‌های کاربرد فرمون‌ها

فرمون‌ها هنوز نتوانسته‌اند در دفع آفات جایگاه مناسب و وسیعی پیدا کنند، زیرا اولاً شناخت آن‌ها بسیار مشکل است، ثانیاً سنتز آن‌ها کار بسیار پرهزینه و پیچیده‌ای است و ثالثاً تمام حشرات یک نوع فرمون بخصوص تولید نمی‌کنند که انسان به خصوصیات آن پی ببرد. بعضی از این مواد آنقدر مؤثر هستند که غلظت‌های بسیار اندک آن‌ها موجب عکس‌العمل می‌شود، به عنوان مثال فرمون Gyptol که فرمون جنسی پروانه ابریشم باف ناجور است، در غلظت 10^{-7} میکروگرم می‌تواند جنس مخالف را به‌طرف خود جلب نماید. برای فرمون تعریف رفتاری نیز می‌توان ارائه داد، به‌طوری که فرمون‌ها مواد شیمیایی رفتاری هستند که موجب ایجاد حرکت‌های جهت‌دار به طرف منبع تولید آن‌ها می‌شوند. باید دقت بسیار شود تا فرمون‌ها با مواد دیگر اشتباه نشوند، زیرا موادی هستند که موجب توقف، غذا خوردن یا جفت‌گیری می‌شوند که این مواد لزوماً فرمون نیستند. به عنوان مثال، اگر در موقع شب لامپ فلورسنتی را در مزرعه‌ای قرار دهیم، تشعشعات نور موجب جلب حشرات متعددی می‌شود اما لامپ یا نور حاصل از آن به سه دلیل زیر فرمون نیست:

۱- نور یک ماده شیمیایی نیست، بلکه فیزیکی است.

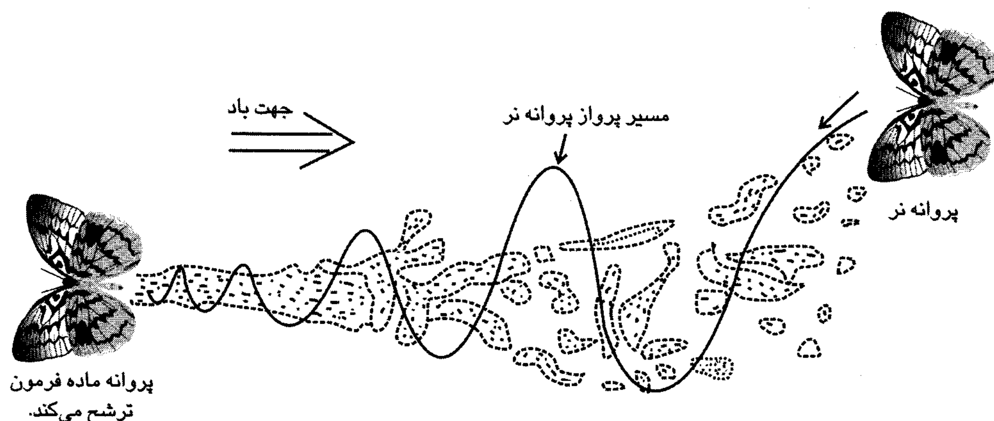
۲- اختصاصی نیست و طیف وسیعی از حشرات را جلب می‌نماید.

۳- در نزدیکی محل تولید عکس‌العمل بخصوصی را ایجاد نمی‌کند.

۳-۲-۱۱ تحریک کننده‌های حرکتی

تحریک کننده‌های حرکتی ترکیباتی هستند که موجب تحریک جستجوگری در حشرات می‌شوند اما حرکت آن‌ها جهت‌دار نیست. به عنوان مثال نور یک تحریک کننده حرکتی است، زیرا حشره در جهات مختلف حرکت کرده و به‌طرف نور می‌رود یا گاز کربنیک متصاعد از دهان انسان، پشه‌های خونخوار را از هر سمتی به‌طرف انسان جلب می‌کند. اما جلب کننده‌های واقعی (True Attractants) عوامل محرکی هستند که باعث حرکت‌های جهت‌دار به طرف منبع می‌شوند و فرمون را نیز شامل می‌شوند. مکانیسم‌های حرکت جهت‌دار ممکن است بر اساس تشعشع نور یا انتشار ذرات مواد شیمیایی باشد که در جهات مختلف در فضا پخش می‌شوند و می‌توانند حشره را در فاصله‌ای از منبع تولید به طرف خود جلب کنند. در مورد فرمون‌ها، حشره فقط از یک جهت جلب می‌شود و مکانیسم حرکت آن غلظت فرمون در فضاست که تعیین جهت حرکت بر اساس جهت وزش باد است و حرکت حشره همواره در

خلاف جهت باد می‌باشد (شکل ۱-۱۱).



شکل ۱-۱۱ چگونگی جلب یک حشره به منبع فرمونی که در خلاف جهت باد می‌باشد.

۱۱-۳ متوقف کننده‌ها (Arrestants)

متوقف کننده‌ها عواملی هستند که باعث توقف حشره می‌شوند و نباید آن‌ها را با جلب کننده‌ها مترادف دانست. به عنوان مثال قند یا هر ماده شیرین یک متوقف کننده برای مگس خانگی است اما چون بخار نمی‌شود، بنابراین جلب کننده نیست. همچنین ATP برای پشه‌ها تحریک کننده به تغذیه است، در حالی که عملاً یک جلب کننده نیست و ممکن است عامل دیگری حشره را به سمت آن جلب نماید. عواملی که موجب تغذیه، جفت‌گیری یا تخم‌گذاری حشرات می‌شوند، جزء این گروه هستند. به‌طور خلاصه جلب کننده‌ها ممکن است شیمیایی باشند مانند فرمون‌ها، یا فیزیکی باشند مانند نور، رنگ یا خصوصیات فیزیکی سطح اشیا، اما جلب کننده‌های واقعی آن‌هایی هستند که بخار آن‌ها توسط هوا جابه‌جا شود و حشره دریافت کننده بر اساس مکانیسم دریافت غلظت‌های تدریجی، حرکت‌های جهت‌دار انجام دهد تا به آن‌ها برسد. امروزه تعداد زیادی از فرمون‌ها سنتز شده و کاربرد عملی دارند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: Geraniol: فرمون سوسک ژاپنی (Popillio Japonica)، Methyl Eugenol: فرمون مگس میوه مدیترانه‌ای شرقی (Orientalis Fruit Fly)، Gyptol: فرمون پروانه ابریشم باف ناجور (Lymantria dispar)، Bombycol: فرمون پروانه کرم ابریشم (Bombyx mori)، اسید لاکتیک و CO_2: برای جذب پشه‌ها.

سایر ترکیبات فرمونی مشهور شامل Disparlure، Q-lure، Hexalure، Trimedlure، Rhinolure، Grandlure، Siglure و Muscalure می‌باشند که هر کدام از آن‌ها جلب کننده یک گونه حشره بوده و

نیز به منظور افزایش کارایی، با یک نوع ماده شیمیایی خاص مخلوط می‌شوند.

۱۱-٤ مواد شیمیایی دور کننده حشرات (Chemical Repellents)

بشر در طول تاریخ به تجربه دریافت که بعضی از مواد با منشأ گیاهی یا جانوری باعث دور شدن حشرات و نیز سایر آفات می‌شوند. ساده‌ترین این مواد شامل دود، سوزاندن بوته‌های شاهدانه، چوب پوسیده، کنف و ادرار شتر بودند. اما در قرن حاضر متخصصین متوجه شدند که بعضی از مواد جدیدتر مانند روغن‌های گیاهی نیز همان خاصیت را دارند. طبق تعریف، یک دور کننده (Repellent) ترکیبی است که موجب حرکت‌های جهت‌دار بر خلاف جهت پخش آن ماده می‌شود و لذا چنین ترکیبی باید قدرت بخار شدن و جابه‌جا شدن در هوا را داشته باشد. البته بعضی از ترکیبات وجود دارند که ممکن است با توجه به نقش آن‌ها تا حدودی با هم متفاوت باشند. به عنوان مثال، بعضی مواد شیمیایی هستند که ممکن است اصلاً اجازه نزدیک شدن را به حشره ندهند. در حالی که با به‌کارگیری ماده‌ای دیگر، حشره ممکن است نزدیک منبع شود و روی آن نیز بنشیند اما توانایی تغذیه و تخم‌گذاری را نداشته باشد که این گروه از مواد به مواد ضد تغذیه‌ای (Antifeedant) موسوم هستند و مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: Chlordimeform، Fentin، Guazatine و Pymetrozine. همچنین یک ماده شیمیایی ممکن است توأماً در غلظت‌های مختلف خواص مختلفی داشته باشد، مثلاً در غلظت بالاتر خاصیت دور کنندگی داشته باشد و در غلظت‌های پایین‌تر ممکن است مانع تغذیه و تخم‌گذاری شود.

با توجه به اینکه مواد دور کننده اساساً برای مصرف روی بدن انسان، حیوان و لباس به‌کار می‌روند لذا باید یکسری ویژگی‌هایی را داشته باشند که مهم‌ترین خصوصیات دورکننده‌های مطلوب عبارتند از:

۱- برای انسان و دام سمی و آلرژی‌زا نباشند.

۲- روی البسه اثر سوء نداشته باشند.

۳- بوی نامطبوع نداشته باشند.

۴- در اثر عوامل طبیعی بخصوص نور خورشید خیلی زود از بین نروند.

۵- طیف وسیعی از حشرات را دور نمایند.

۶- در اثر تعریق بدن و مالش قسمت‌های مختلف به یکدیگر، از بین نروند. مهم‌ترین مواد دور کننده حشرات عبارتند از: Butopyronoxyl، Dibutyl Phthalate، Diethyltoluamide، Dimethyl Carbate، Dimethyl Phthalate، Ethohexadiol، Hexamide، Icaridin، Methoquin-butyl، Methylneodecanamide و Oxamate.

۱-۴-۱۱ عمده‌ترین موارد مصرف مواد شیمیایی دور کننده حشرات

امروزه عمدتاً در دامداری‌ها بخصوص برای دور کردن انواع حشرات بهداشتی مانند مگس‌ها، خرمگس‌ها، پشه‌ها و حتی کنه‌ها به‌کار می‌روند، زیرا این گونه آفات از طرفی موجب ناراحتی دام‌ها و کاهش راندمان تولید آن‌ها می‌شوند و از طرف دیگر ممکن است با انتقال انواع بیماری‌ها، خطرات مهم دیگری را به دنبال داشته باشند. بنابراین با مصرف دور کننده‌ها تا حدودی از آسیب‌های احتمالی جلوگیری می‌شود. زمینه کاربرد دیگر این مواد روی بدن انسان و برای دور کردن حشرات مزاحم و بهداشتی می‌باشد که استفاده از آن‌ها در مکان‌هایی که این گونه حشرات به فراوانی یافت می‌شوند و بخصوص باعث بروز بیماری می‌شوند، مانند مناطق جنگلی، سواحل، کمپ‌های تفریحی و نظامی و جبهه‌های جنگ حائز اهمیت است. همچنین به منظور جلوگیری از خسارت آفات انباری روی البسه و نیز جهت جلوگیری از خسارت آفات چوب مانند موریانه‌ها و سوسک‌های چوب‌خوار روی مواد چوبی گران قیمت نیز کاربرد دارند. مهم‌ترین مواد دور کننده رایج شامل موارد زیر می‌باشند.

الف- Indolone و Rotgers 612: طیف وسیع دورکنندگی روی اغلب بندپایان آفت دارند و برای اینکه بیشتر مؤثر واقع شوند، گاهی دو یا چند ترکیب را به نسبت‌های مختلف با یکدیگر ترکیب می‌کنند. به عنوان مثال، ترکیبی به‌نام Skin ROP 2-2-6 مخلوطی از (60%) Dimethyl phthalate، Indolon (20%) و Rotgers 612 (20%) می‌باشد.

ب- مهم‌ترین مواد مورد استفاده برای دور کردن حشرات مزاحم انسان‌ها دو ماده Ethyl Hexandiole 30% و Diethyl Tolumide 30% می‌باشد. البته سه ماده Dimethyl Carbate، Dimethyl Phthalate و Dimethyl Tolumide (Deet)® نیز در این رابطه کاربرد دارند که معمولاً به‌صورت پماد، قرص یا قرص‌های شمعی بزرگ به‌کار می‌روند.

ج- مهم‌ترین ماده مورد استفاده علیه بید لباس، Amyle Mandelate می‌باشد که برای این منظور لباس‌ها به آن آغشته می‌شوند.

د- مهم‌ترین ماده برای دور کردن کنه‌های دامی، Dimethyl Phthalate 40% است که بدن دام‌ها به آن آغشته می‌شود.

هـ- مهم‌ترین ماده برای برای دور کردن توأم کنه‌ها و حشرات بهداشتی، Benzyl Benzoate می‌باشد.

اصولاً مقدار مصرف این مواد حدود 5 تا 6 گرم برای هر متر مربع بوده و دوام آن‌ها نسبتاً خوب است. مخلوط‌های دیگری با اسامی متفاوت به بازار عرضه شده‌اند، مانند M-1950، M-2020 و M-2043 که

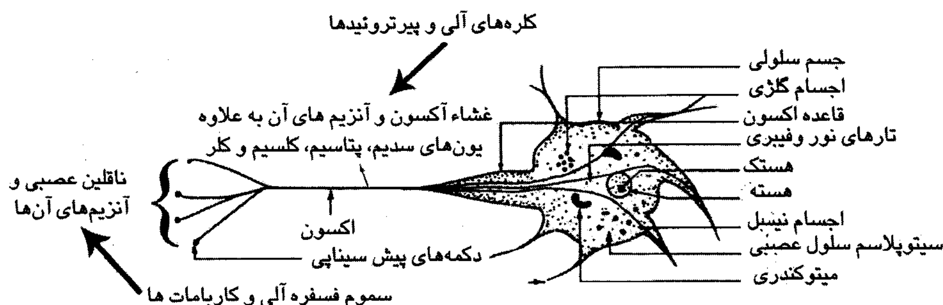
همگی مخلوط‌هایی از ترکیبات دور کننده هستند که مکانیسم عمل این ترکیبات مشابه ترکیبات جلـب کننده فرمونی اما در خلاف جهت منبع تولید کننده است. نکته حائز اهمیت در رابطه بـا دور کننـده‌هـا اینکه، آفات بر مبنای غلظت‌های تدریجی کاهش یابنده حرکت می‌کنند.

فصل دوازدهم

طرز تأثیر سموم شیمیایی

با توجه به اینکه ساختار شیمیایی گروه‌های مختلف سموم متفاوت است، لذا مکانیسم تأثیر آن‌ها روی موجودات هدف نیز با یکدیگر متفاوت می‌باشد. پیش از پرداختن به طرز تأثیر سموم شیمیایی مختلف، فیزیولوژی سیستم عصبی جانوران که هدف سموم شیمیایی است، به اختصار در زیر بررسی می‌شود.

در بدن جانوران، دو سیستم ارتباطی شامل سیستم هورمونی و سیستم عصبی وجود دارد. هر سلول عصبی یا نرون متشکل از قسمت‌های مختلف و با اعمال متفاوت می‌باشد. به‌طوری که بخشی از جسم سلولی که اطراف هسته قرار دارد به پریکاریون (Perikarion) موسوم است و تعداد زیادی ضمایم سلولی از آن منشعب می‌شوند که ضمایم کوتاه، دندریت (Denderite) و ضمایم بلند، آکسون (Axon) نامیده می‌شوند. دندریت‌ها برای دریافت تحریکات توسط سلول عصبی عمل می‌نمایند و آکسون‌ها نیز جهت انتقال پیام‌های عصبی ایفای نقش می‌کنند. در محلی که یک نرون با سایر نرون‌ها و همچنین سلول‌های حسی یا عضلانی تماس می‌یابد، ساختمان‌های ارتباطی بخصوصی تولید می‌شوند که سیناپس (Synaps) نامیده می‌شوند و تبادل اطلاعات عصبی در واقع در محل سیناپس‌ها انجام می‌گیرد. سیناپس‌ها توسط انشعابات انتهای آکسون‌ها به‌وجود می‌آیند که غالباً با دندریت‌ها یا جسم سلولی سایر سلول‌های عصبی تماس برقرار می‌نمایند. یک سیناپس از دو قسمت که متعلق به هر دو سلول در حال تماس می‌باشند، به‌وجود می‌آید. پایانه‌های دکمه مانند در انتهای انشعابات آکسون‌ها را بخش پیش سیناپسی (Presynaptic) می‌گویند، در حالی که بخش‌هایی از سلول‌های مجاور که مستقیماً با آن در تماس هستند به‌نام قسمت‌های پس سیناپسی (Postsynaptic) موسوم می‌باشند. با این توضیح کوتاه در مورد نرون‌ها، جایگاه عمل گروه‌های مختلف حشره‌کش‌ها روی آکسون و قسمت‌های انتهایی عصب و انشعابات آکسون به‌صورت شکل شماتیک نشان داده می‌شود (شکل ۱-۱۲).



شکل ۱-۱۲ سلول عصبی یا نرون، قسمت‌های مختلف آن و محل تأثیر انواع سموم شیمیایی روی سلول‌های عصبی جانوران

تولید آکسون‌های طویل برای سلول‌های عصبی این امکان را به‌وجود می‌آورد که با جسم سلولی و دندریت‌ها کنار یکدیگر قرار گرفته و انتقال تحریکات عصبی در مسافت‌های زیاد که توسط آکسون صورت می‌گیرد، با موفقیت به انجام برسد. اساس انتقال اطلاعات در سیستم عصبی عبارت از جریانات الکتروشیمیایی در محدوده غشای سیتوپلاسمی است. تفاوت‌های موجود در غلظت یونی در سطوح داخلی و خارجی غشاء باعث ظهور اختلاف پتانسیل الکتریکی غشا می‌شود که به‌طور خلاصه به عنوان پتانسیل غشا (Membrane Potential) معرفی می‌شود. تغییرات پتانسیل غشا که می‌تواند در سطح سلول گسترش یابد، به عنوان ناقل مستقیم اطلاعات در خدمت سلول عصبی می‌باشد. در سلول‌های عصبی و نیز در سلول‌های عضلانی، پتانسیل معمولی که تحت تأثیر تحریکات قرار نگرفته است، به پتانسیل استراحت (Rest Potential) موسوم است. پتانسیل استراحت سلول در اثر تحریک سلول عصبی و به‌وجود آمدن اختلاف پتانسیل ناشی از این تحریک در فاصله زمانی برابر با یک هزارم ثانیه در هم شکسته و مجدداً برقرار می‌شود. چنین تغییر کوتاه مدت و برگشت‌پذیر پتانسیل استراحت به پتانسیل عمل (Action Potential) یا ایمپالس عصبی (Nerve Impuls) موسوم است.

به منظور درک استراحت در یک سلول عصبی لازم است تا وضعیت پراکندگی یون‌ها در داخل و خارج سلول و نیز ویژگی‌های غشای سلولی که داخل سلول را از محیط اطراف آن جدا می‌سازد، دقیق‌تر بشناسیم. مهم‌ترین یون‌ها برای پدیده‌های بیوالکتریکی سلول‌های عصبی، یون‌های K، Na، Ca و Cl می‌باشند. داخل سلول محتوی مقادیر زیادی از یون‌های K می‌باشد که غلظت آن در برخی سلول‌های تحریک شده می‌تواند به 50 برابر غلظت آن در خارج سلول برسد، اما غلظت سایر یون‌ها در اطراف سلول به مراتب بیشتر از داخل سیتوپلاسم است. بدون وجود غشای سیتوپلاسمی که به صورت

سد انتشار (Diffusion Barrier) عمل می‌کند، اختلاف غلظت یون‌ها بین داخل سلول و محیط اطراف آن باید در مدتی کمتر از یک ثانیه و بر اساس پدیده انتشار به حالت مساوی درآید. با این وجود غشا سیتوپلاسمی برای یون‌های نام برده کاملاً غیر قابل نفوذ نیست. مطالعات دقیق‌تر در مورد تراوایی غشای سلول‌های عصبی نشان داده است که این غشاها برای یون‌های مذکور به مقدار متفاوتی قابل نفوذ می‌باشند. ورود و خروج یون‌ها تحت کنترل پمپ‌های یونی است که انرژی خود را از ATP و تحت تأثیر آنزیم ATPase (آدنوزین‌تری‌فسفاتاز) به‌دست می‌آورد.

۱-۱۲ طرز تأثیر ترکیبات کلره

با توضیحات فوق می‌توان به شرح مکانیسم عمل ترکیبات کلره در بدن موجودات زنده و مسمومیت ناشی از اثر آن‌ها پرداخت. در این رابطه سه مکانیسم شناخته شده است که عبارتند از:

۱- ترکیبات کلره در سطح غشای عصبی، نفوذپذیری به یون‌های پتاسیم را تحت تأثیر قرار داده و موجب کاهش انتقال آن‌ها از طریق غشا می‌شود.

۲- ترکیبات کلره، کانال‌های منفذداری که یون‌های سدیم از آن‌ها عبور می‌کنند را تغییر می‌دهند. این کانال‌ها در شرایط طبیعی در حالت باز فعال، اما در حالت بسته غیر فعال هستند.

۳- ترکیبات کلره، ATPase و به خصوص K^+ ATPase، Mg^{++} ATPase و Na^+ ATPase را بلوکه یا مهار می‌نمایند. نکته حائز اهمیت در این رابطه این است که مکانیسم عمل بلوکه شدن ترکیبات کلره بخصوص د.د.دت در حشرات با پستانداران متفاوت است، به‌طوری که در حشرات بین درجه حرارت و تأثیر د.د.ت در بلوکه کردن در ماهیچه‌ها و مغز رابطه عکس وجود دارد، اما در پستانداران بخصوص موش رابطه مثبت در ماهیچه‌ها و رابطه عکس در مغز دیده می‌شود. بنابراین تأثیر اصلی د.د.ت روی کمپلکس ATPase در میتوکندری سلول‌هاست. همچنین $OsMg^{++}$ ATPase در درجه حرارت‌های پایین‌تر به د.د.ت حساس‌تر است که به این ترتیب بخش دارنده Mg^{++} ATPase میتوکندری‌ها، حساس‌ترین قسمت بدن در برابر د.د.ت و نیز سایر سموم کلره می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که نه تنها د.د.ت بلکه آنالوگ‌های آن نیز اثر زیادی روی Mg^{++} ATPase میتوکندری‌ها دارند و قدرت بازدارندگی این مواد بسیار زیاد بوده و حتی با غلظت‌های بسیار اندک قادر به بلوکه کردن می‌باشند.

مکانیسم‌های فوق نهایتاً روی تعادل ظریف یون‌های سدیم، پتاسیم و منیزیم موجود در غشای سلول‌های عصبی اثر گذاشته و باعث از بین رفتن حالت تعادل می‌شوند. برهم‌خوردن تعادل یون‌ها در سلول‌های عصبی موجودات آلوده به د.د.ت، موجب بروز رعشه‌های پریودیک و پایدار یا تشنج‌های دردناک شده و در نهایت به مرگ جانور منتهی می‌شود. با توجه به اینکه این سموم باعث تشنج می‌شوند، تزریق وریدی داروهای ضد تشنج (Anti-Convulsans) ضروری می‌باشد. همچنین به دلیل اثرات سریع باربیتورات‌ها، درمان خوراکی یا عضلانی Phenobarbitone نیز توصیه می‌شود.

۲-۱۲ طرز تأثیر ترکیبات سیکلودین‌ها

مهم‌ترین نکته‌ای که در رابطه با تأثیر سموم شیمیایی قابل ذکر است اینکه تأثیر این گروه از حشره‌کش‌ها با افزایش دما افزایش می‌یابد که به این ترتیب با گروه د.دت و آنالوگ‌های آن که همبستگی منفی با افزایش دما دارند، متفاوت هستند. سیکلودین‌ها همچنین دارای دوره تأخیر هستند به‌طوری که اثر آن‌ها مدتی بعد از کاربرد آن‌ها آشکار می‌شود که طول دوره مزبور بسته به نوع سم متفاوت می‌باشد. این گروه از حشره‌کش‌ها میزان مصرف اکسیژن را در بدن موجودات زنده تحت تیمار افزایش می‌دهند که به این ترتیب شدت تنفس افزایش می‌یابد. مکانیسم تأثیر سیکلودین‌ها از دو جنبه واکنش‌های بیوشیمیایی و ساختمان مولکولی سیکلودین‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱- **طرز تأثیر ترکیبات سیکلودین‌ها از دیدگاه واکنش‌های بیوشیمیایی:** تعداد محدودی از دانشمندان در دهه‌های اخیر اعتقاد داشتند که سیکلودین‌ها در کار سیستم آنزیمی (Na^+, K^+ ATPase) ایجاد اختلال می‌نمایند، اما بررسی‌های دقیق Yamaguchi et al. (1979) نشان داد که نظریه فوق صحیح نمی‌باشد و سیکلودین‌ها آنزیم Ca-Mg ATPase را بلوکه می‌کنند. کار آنزیم فوق تبادل و حفظ تعادل یون‌های Ca در طرفین غشای عصبی است و آنزیم مزبور جهت فعال شدن به یون‌های Mg^{++} به عنوان کوفاکتور نیاز دارد. سیکلودین‌ها با مهار کردن آنزیم Ca-Mg ATPase باعث افزایش غلظت Ca^{++} در داخل سلول‌های عصبی می‌شوند. افزایش غلظت Ca^{++} در ناحیه پیش سیناپسی باعث رها شدن بیش از حد نیاز انتقال دهنده شیمیایی در محل سیناپس‌ها می‌شود. به نظر می‌رسد که افزایش مزبور باعث فعالیت سلول‌های عصبی می‌شود، اما تحقیقات Ghyasolddin and Matsumura (1983) نشان داد که تعدادی از سیکلودین‌ها مانند اپوکسید هپتاکلر می‌توانند با Picrotoxinine رقابت نمایند. ماده اخیر یک ماده محرک اعصاب می‌باشد و قادر است گاما آمینو بوتیریک اسید (GABA) که یک آرامش دهنده عصبی است را مهار نماید. عده‌ای از محققین معتقد هستند که حشرات

مقاوم به Picrotoxinine به ترکیبات سیکلودین نیز مقاوم هستند. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که هدف سموم سیکلودین در واقع گیرنده‌های Picrotoxinine می‌باشند.

۲- **طرز تأثیر ترکیبات سیکلودین‌ها از دیدگاه ساختمان مولکولی:** در ساختمان مولکولی تمام سیکلودین‌ها دو مرکز الکترونگاتیوی وجود دارد؛ به عنوان مثال در مولکول دی‌آلدرین، حلقه کلردار به عنوان یکی از مراکز و اتم اکسیژن مرکز الکترونگاتیو دیگر محسوب می‌شوند. در رابطه با کلردان، این ترکیب دارای دو ایزومر مهم Chlordan-α و Chlordan-β می‌باشد، در ایزومر آلفا (یا آلفاکلردان) اتم‌های کلر به‌صورت Trans روی اتم‌های کربن قرار گرفته‌اند اما در ایزومر بتا اتم‌های کلر به‌صورت Sis روی اتم‌های کربن مستقر شده‌اند. در فرم Sis (یا بتاکلردان) اثر اتم‌های کلر و در نتیجه الکترونگاتیویته دو برابر می‌شود، در حالی که در ایزومر Chlordan-α اثر مزبور تا حد زیادی کاهش می‌یابد و به این ترتیب سمیت ایزومر Chlordan-β حدود ده برابر بیشتر از ایزومر آلفا می‌باشد. در هر حال در رابطه با طرز تأثیر ترکیبات سیکلودین‌ها از دیدگاه ساختمان مولکولی اطلاعات جامع و کافی وجود ندارد.

۱۲-۳ طرز تأثیر ترکیبات فسفره

همان‌طور که قبلاً بیان شد، نرون‌ها در محل‌هایی به‌نام سیناپس به یکدیگر و نیز به ماهیچه‌ها متصل می‌شوند. در محل اتصال آن‌ها به یکدیگر فاصله‌ای به‌نام شکاف سیناپسی (Synaptic Cleft) وجود دارد که جهت عبور پیام‌های عصبی از این فاصله، واسطه‌های شیمیایی مختلفی مانند استیل‌کولین و نورآدرنالین وجود دارند. سیناپس‌هایی که واسطه شیمیایی آن‌ها استیل‌کولین است به سیناپس‌های Cholinergic موسوم هستند. ترکیبات فسفره بعد از ورود به بدن جانور در محل سیناپس‌های Cholinergic روی آنزیم استیل‌کولین‌استراز که باعث تجزیه هورمون استیل‌کولین بعد از انتقال پیام عصبی می‌شود، اثر گذاشته و مانع از انجام عمل تجزیه استیل کولین توسط آنزیم مربوطه می‌شود. به این ترتیب جانور بر اثر تجمع بیش از حد استیل‌کولین در محل سیناپس و تحریک و انتقال مداوم سیستم عصبی دچار تشنجات شدید و بیهوشی شده و در نهایت می‌میرد. با توجه به اینکه آستانه مسمومیت با سموم فسفره فاصله زیادی با آستانه کشندگی ندارد، بنابراین مسمومیت‌های خطرناک به سرعت پیش می‌آید.

۱۲-۳-۱ اثرات فیزیولوژیک مسمومیت با سموم فسفره

عمل سموم فسفره در بدن، بی‌اثر کردن آنزیم‌های کلین‌استراز است. سموم فسفره با این آنزیم‌ها ترکیب

شده و آن‌ها را از فعالیت باز می‌دارند، این ترکیب برگشت‌پذیر می‌باشد که در اثر درمان‌های مناسب، سموم مزبور از آنزیم‌ها جدا شده و آن‌ها را در حالی که قادر به انجام فعالیت فیزیولوژیک خود هستند، آزاد می‌گذارند. کلین‌استرازها که اثر فیزیولوژیک آن‌ها در بدن، بی‌اثر کردن استیل‌کولین می‌باشد به دو گروه کلین‌استراز اصلی یا نسجی (کلین‌استراز موجود در دستگاه عصبی و گلبول‌ها) و کلین‌استراز فرعی یا سرمی تقسیم می‌شوند. از بین رفتن 75% کلین‌استراز اصلی موجب مرگ می‌شود در حالی که کلین‌استراز فرعی ارزش حیاتی کمتری دارد. کلین‌استرازها که در مجاورت سطح سلولی و رشته‌های عصبی قرار دارند، عمل فیزیولوژیک خود یعنی خنثی کردن اثر استیل‌کولین را با هیدرولیز کردن آن و گرفتن ریشه استیل از ماده مزبور انجام می‌دهند. جسم حاصل در مجاورت آب هیدرولیز شده و به کلین‌استراز و اسید استیک تبدیل می‌شود و به این ترتیب مجدداً کلین‌استراز فعال به‌دست می‌آید که با یک مولکول اسید استیک نیز همراه می‌باشد. بنابراین نتیجه هیدرولیز استیل‌کولین، اسید استیک می‌باشد که به این ترتیب مقدار اسید استیک موجود در خون و یا ادرار به مقدار کلین‌استرازها بستگی داشته و معرف میزان فعالیت آن‌ها می‌باشد. به این ترتیب یکی از روش‌های تشخیص مسمومیت‌های ناشی از سموم فسفره، اندازه‌گیری مقدار آنزیم کولین‌استراز خون فرد مسموم می‌باشد. با توجه به اینکه هیدرولیز استیل‌کولین به‌وسیله کولین‌استراز موجب تولید اسید استیک و در نتیجه افزایش غلظت این اسید در خون می‌شود، لذا کاهش غلظت آن بیانگر عدم وجود یا کمبود آنزیم استیل‌کولین‌استراز می‌باشد. استیل‌کولین مانند ترکیبات کلین دارای دو اثر می‌باشد:

الف- اثر نیکوتینی توسط ماده نیکوتین

ب- اثر موسکارینی توسط ماده موسکارین

مهم‌ترین علائم مسمومیت ناشی از سموم فسفره که معمولاً 1 تا 2 ساعت پس از مسمومیت ظاهر می‌شوند عبارتند از: ریزش اشک چشم، تار شدن دید، ترشح شدید بزاق، سردرد و سرگیجه، تعریق شدید، افزایش ضربان قلب، لرزش دست‌ها، ضعف عضلات، تشنج و اغما. نکته مهم در مسمومیت با سموم فسفره اینکه اگر فرد مسموم در مدت زمان 24 ساعت مداوا نشود، می‌میرد.

کارآمدترین دارو جهت درمان مسمومیت‌های ناشی از سموم فسفره، سولفات آتروپین می‌باشد که باید به‌صورت تزریق وریدی و به مقدار کافی مصرف شود. با توجه به اینکه از ویژگی‌های مسمومیت تنگ شدن مردمک چشم است، لذا تأثیر آتروپین به‌صورت باز شدن مردمک چشم می‌باشد که این تغییر حالت بیانگر بهبودی شخص مسموم می‌باشد. مقدار تزریق معمولاً 2 تا 4 میلی‌گرم می‌باشد که در این صورت حدود 5 دقیقه پس از تزریق بهبودی حاصل می‌شود. در هر حال در صورت عدم بهبودی توصیه می‌گردد که تکرار تزریق در هر 5 تا 10 دقیقه انجام شود. پادزهر مؤثر دیگر در درمان مسمومیت‌های

ناشی از سموم فسفره ترکیب PAM (Pyridin, 2, Aldoxime) است که باعث فعال شدن مجدد آنزیم استیل‌کولین‌استراز مهار شده می‌شود. این ترکیب را معمولاً همراه با سولفات‌آتروپین به فرد مسموم تزریق می‌کنند.

۱۲-٤ طرز تأثیر ترکیبات کاربامات

سموم کاربامات نیز مانند سموم فسفره بازدارنده فعالیت کلین‌استراز هستند. در درمان مسمومیت‌های ناشی از سموم کاربامات فقط باید از سولفات‌آتروپین استفاده نمود. پادزهرهای دیگر مانند PAM2 بر خلاف سموم فسفره مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، زیرا کاربامات‌ها برخلاف حشره‌کش‌های فسفره با کلین‌استراز ترکیب قابل برگشت نمی‌دهند، بلکه باعث از بین رفتن آن‌ها می‌شوند. بنابراین به‌کار بردن داروهای فعال کننده کلین‌استراز بی‌فایده است. بهبود یافتن مسمومیت‌های ناشی از کاربامات‌ها به دلیل برگشت‌پذیر بودن متابولیسم آن‌ها سریع‌تر از سموم فسفره انجام می‌پذیرد. سموم کاربامات در اثر هیدرولیز در بدن حشرات به Naphtol -1 تبدیل می‌شوند اما متابولیسم (اکسیداسیون) این ترکیبات در بدن پستانداران که توسط میکروزوم‌های کبدی انجام می‌پذیرد موجب تولید مواد غیرسمی مانند 1-Naphtol می‌شود که به دلیل ناپایداری به سرعت از بدن دفع می‌گردند.

۱۲-۵ نحوه تأثیر سموم معدنی

سموم آرسنیکی و فلوره به‌طور قطع از طریق گوارش مؤثر هستند و از طریق جلد بدن تأثیر عمده‌ای ندارند. این مواد پس از ورود به دستگاه گوارشی به لایه پوششی روده آسیب می‌رسانند و در تقسیم سلولی بخصوص میتوز دخالت کرده و عمل تقسیم را تسریع می‌کنند. این سموم همچنین در سلول‌های ماهیچه‌ای اختلال ایجاد می‌نمایند. قدرت سمیت این سموم بستگی به قطر ذرات آن‌ها دارد. نحوه تأثیر ترکیبات گوگردی علاوه بر تأثیر تماسی، از طریق ایجاد گازهای SO_2 و SH_2 و از راه دستگاه تنفسی می‌باشد که از این طریق ایجاد خفگی و مسمومیت می‌کنند. ترکیبات بُر هم از طریق فیزیکی یا تماسی (خراش دادن کوتیکول) و هم از طریق گوارشی مؤثر می‌باشند. به علاوه ترکیبات پلی‌سولفورها، علاوه بر تأثیر تنفسی از راه گوارش نیز باعث مرگ‌ومیر حشرات می‌شوند. به این ترتیب ترکیبات گوگردی، سیلیکاتی و سولفات تالیوم جزء سموم تماسی و سایر سموم معدنی جزء سموم گوارشی محسوب می‌شوند.

۶-۱۲ نحوه اثر فرمامیدین‌ها

فرمامیدین‌ها باعث بروز رفتار غیرعادی نظیر کاهش تغذیه، دوری از میزبان و جفت‌گیری غیرعادی می‌شوند، این سموم با اثر مهارکنندگی بر Octopamine که یک رابط عصبی است اثر خود را اعمال می‌کنند.

۷-۱۲ چگونگی اثر آورمکتین‌ها

این سموم تحرک حشره را کم کرده و توازن آب را در بدن به‌هم می‌زنند، در غلظت زیرکشنده باعث قطع تخم‌ریزی، تغذیه و رفتار غیرمعمول در جفت‌گیری می‌شوند. این سموم در جهت عکس پیکروتوکسینین عمل کرده و بر GABA نیز اثر مخرب دارند (گابا (GABA) یکی از ناقلین عصبی است).

۸-۱۲ نحوه اثر Bt toxin

سم Bt دارای سه جزء است، گیرنده، نفوذ، مخرب بخش‌های مختلف سم Bt است که برحسب عمل آن‌ها نام‌گذاری شده است، بخش toxin در واقع قسمت مخرب سم است که باعث اختلال در پیوستگی سلول‌های روده میانی حشره می‌شود، همچنین به‌دلیل پیوند با فسفولیپیدهای غیراشباع غشای سلول‌های روده میانی باعث پارگی غشا آن‌ها می‌شود.

فصل سیزدهم

کنترل میکروبی و ژنتیکی حشرات

۱-۱۳ کنترل حشرات به‌وسیله عوامل میکروبی بیماری‌زا یا کنترل میکروبی (Microbial Control)

کنترل میکروبی حشرات عبارت است از کاربرد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای حشرات برای از بین بردن یا کاهش جمعیت آن‌ها. این روش در واقع بخشی از مبارزه بیولوژیک است اما همیشه در مقوله نسل سوم آفت‌کش‌ها مطرح می‌باشد. بیماری‌های حشرات اساساً از زمان‌های بسیار قدیم برای انسان شناخته شده بودند، بخصوص بیماری‌های زنبور عسل و کرم ابریشم که از ۲۷۰۰ سال قبل از میلاد اطلاعاتی از آن‌ها در دست است. اولین بیماری حشرات که مورد بررسی قرار گرفت، بیماری موسکاردین کرم ابریشم بود که به‌وسیله قارچی به‌نام Beauvaria bassiana ایجاد می‌شود. بعد از آن در کرم ابریشم بیماری Pebrin در فرانسه توسط لویی‌پاستور مورد بررسی قرار گرفت و عامل آن تک سلولی Nosema bombycis کشف شد. در سال‌های ۱۹۲۰ برای کنترل کرم ساقه‌خوار ذرت، باکتری Bacillus thuringiensis استفاده شد و موفقیت‌هایی نیز حاصل شد. بسیاری از عوامل میکروبی که در حشرات ایجاد بیماری می‌کنند در انسان، جانوران و گیاهان باعث بیماری نمی‌شوند و البته عکس این مسأله نیز صادق است. تاکنون بیش از 1200 گونه میکروارگانیسم از بدن حشرات جدا شده‌اند که اغلب آن‌ها بیماری‌زا هستند و شامل 90 گونه باکتری، 260 گونه ویروس و ریکتزیا، 460 گونه قاچ، 225 گونه پروتوزوآ (Protozoa) و حدود 200 گونه نماتد می‌باشند. قبل از اینکه یک میکروارگانیسم در بدن حشره باعث بیماری شود، یا به عنوان یک عامل میکروبی برای حشرات شناخته شود، عدم بیماری‌زایی آن برای انسان و دام باید به اثبات برسد. اما این فرضیه در مورد تمام عوامل بیماری‌زای حشرات قابل اجرا نیست و لذا برای اثبات بیماری‌زایی آن‌ها مجبور هستیم از روش‌های دیگری استفاده کنیم. به عنوان

مثال پرورش بعضی از باکتری‌ها، تک‌سلولی‌ها، ویروس‌ها و ریکتزیاها در محیط‌های مصنوعی بسیار مشکل و گاهی نیز غیرممکن است، لذا برای پی بردن به وجود آن‌ها از میکروسکوپ الکترونی استفاده می‌شود. کنترل میکروبی حشرات مانند سایر روش‌های کنترل دارای مزایا و معایبی می‌باشند. مهم‌ترین مزایای این روش کنترل در مقایسه با روش کنترل شیمیایی عبارتند از:

۱- عوامل میکروبی فاقد هرگونه باقیمانده سمی می‌باشند.

۲- معمولاً دارای دوام بیشتری در مقایسه با ترکیبات شیمیایی می‌باشند.

۳- فاقد اثرات سوء زیست محیطی می‌باشند و بخصوص روی دشمنان طبیعی آفات بی‌تأثیر می‌باشند.

۴- عوامل میکروبی معمولاً با سایر روش‌های کنترل بخصوص کنترل شیمیایی سازگار بوده و می‌توانند در قالب کنترل تلفیقی آفات به‌کار گرفته شوند.

۵- با دز بسیار پایین مصرف می‌شوند.

۶- مقاومت آفات به این عوامل بسیار به کندی صورت می‌گیرد.

مهم‌ترین معایبی که برای روش کنترل میکروبی حشرات ارائه شده‌اند عبارتند از:

۱- آن دسته از عوامل میکروبی که دارای دوره کمون می‌باشند، تعیین زمان دقیق سمپاشی بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

۲- در برخی موارد اثر سموم میکروبی به حدی اختصاصی است که فقط روی یک مرحله زیستی آفت مؤثر هستند و سایر مراحل از تأثیر آن کاملاً مصون می‌مانند.

۳- هر سم میکروبی دارای یک آستانه جمعیت آفت می‌باشد که شیوع بیماری در زیر این آستانه امکان‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین سموم میکروبی در جمعیت‌های نسبتاً بالای آفات مؤثر می‌باشند که این امر از لحاظ مدیریت آفات چندان مطلوب نیست.

۴- سموم میکروبی برعکس دشمنان طبیعی، خودبه‌خود منتشر نمی‌شوند بلکه انتشار آن‌ها وابسته به توزیع اولیه عوامل بیماری‌زا در شرایط محیطی مناسب و جابه‌جایی میزبان‌های آلوده جهت ایجاد همه‌گیری می‌باشد. با وجود معایب مذکور، عوامل میکروبی امروزه جایگاه ارزشمندی در مدیریت آفات یافته‌اند زیرا مزایای این روش کنترل در مقایسه با کنترل شیمیایی بسیار قابل ملاحظه می‌باشند.

۱۳-۱-۱ راه‌های ورود (Route of interance) عوامل میکروبی به بدن حشرات

عوامل میکروبی به روش‌های مختلفی وارد بدن حشرات می‌شوند که عبارتند از:

۱- بلعیدن غذاهای آلوده و از طریق دهان. اغلب عوامل بیماری‌زا (شامل ویروس‌ها، باکتری‌ها، ریکتزیاها، نماتدها، تک‌سلولی‌ها و بعضی از قارچ‌ها) از این طریق وارد بدن می‌شوند.

۲- از طریق جلد بدن یا از طریق تراشه‌ها (مانند بعضی از قارچ‌ها و نماتدها)

۳- از طریق زخم‌ها یا سوراخ‌هایی که توسط سایر حشرات پارازیتوئید یا شکارگر در بدن حشره ایجاد می‌شوند.

۴- از طریق تخم، یعنی عامل میکروبی یا از طریق سطح تخم یا از داخل بدن مادر به نوزاد منتقل می‌شود.

در عده‌ای از حشرات، سیستم بدن طوری است که به راه‌های مختلف می‌توانند عامل بیماری‌زا را در بدن از بین ببرند. یکی از این راه‌های مؤثر، بیگانه‌خواری (Phagocytosis) می‌باشد که طی آن عامل بیماری به‌وسیله سلول‌های خونی بدن محاصره و نابود می‌شوند. راه دیگر ایجاد کپسول (Encapsulation) در اطراف عامل بیماری توسط سلول‌های غول‌آسا می‌باشد که این پدیده نیز باعث مرگ عوامل بیماری‌زا می‌شود.

از لحاظ فیزیولوژیک، در بدن حشرات آنتی‌بادی (Anti Body) تولید نمی‌شود یعنی سیستم بدنی آن‌ها با مهره‌داران متفاوت است. همچنین در بدن آن‌ها مصونیت (Immunity) ایجاد نمی‌شود اما مقاومت (Resistance) کم و بیش حاصل می‌شود. بررسی‌های انجام شده روی گروه‌های مختلف حشرات ثابت کرده است که مقاومت نسبی در سنین مختلف وجود دارد، به‌طوری که بعضی حشرات در سنین اولیه لاروی بسیار حساس هستند اما در سنین بعدی مقاوم می‌شوند. به عنوان مثال، سوسک‌های چوب‌خوار (Scolytidae) در مرحله شفیرگی به اغلب عوامل بیماری‌زا مقاوم می‌باشند. قدرت مقاومت موجودات زنده در مقابل عوامل میکروبی، ذاتی و ارثی است، اما عوامل محیطی متعددی روی میکروارگانیسم‌ها اثر می‌گذارند و ممکن است بقا، رشد و قدرت بیماری‌زایی (Pathogenicity) آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. مهم‌ترین این عوامل حرارت، رطوبت و شرایط خاک می‌باشند.

۱۳-۱-۲ چگونگی انتشار عوامل بیماری‌زا

عوامل بیماری‌زا دارای قدرت بقا، تکثیر و انتشار بالایی می‌باشند و به همین دلیل به سرعت باعث پیدایش همه‌گیری در جمعیت‌های حشرات می‌شوند. هنگامی که حشره‌ای توسط یک عامل بیماری‌زا از

بین رفت، جسد آن روی گیاه یا خاک متلاشی می‌شود و عامل بیماری‌زا که تکثیر یافته، به‌وسیله باد، باران، شبنم و سایر عوامل به مناطق مختلف منتقل می‌گردد. همچنین میکروارگانیسم‌هایی که در روده حشرات بیمار رشد می‌کنند، از طریق مدفوع حشره در محیط پخش می‌شوند. روش دیگر انتشار عامل بیماری‌زا این است که حشرات و بخصوص لاروهای بیمار که توسط پرندگان خورده می‌شوند، میکروارگانیسم‌های موجود در آن‌ها از طریق مدفوع پرندگان در مناطق مختلف پراکنده می‌شوند. بنابراین کنترل میکروبی حشرات به دلیل انتشار سریع عامل بیماری روشی کارآمد و مقرون به صرفه می‌باشد.

۳-۱-۱۳ عوامل بیماری‌زای حشرات

۱- **ویروس‌ها:** ویروس‌ها به عنوان عوامل کنترل میکروبی از پتانسیل بسیار بالایی برخوردار می‌باشند اما به‌واسطه وجود نگرانی‌هایی در رابطه با ایمنی آن‌ها برای انسان، کاربرد آن‌ها بسیار محدود می‌باشد. اولین عامل ویروسی جهت کنترل حشرات در سال ۱۹۷۵ در آمریکا سنتز گردید که علیه کرم هلیوتیس (Heliothis armigera) با موفقیت به‌کار گرفته شد و امروزه نیز کماکان کاربرد دارد. اغلب ویروس‌هایی که در کنترل حشرات به‌کار گرفته می‌شوند، مانند NPV (Nuclear Polyhydrosis Viruses) و GV (Granulosis Viruses) به خانواده Baculoviridae و تعداد محدودی مانند ویروس (Cytoplasmic Polyhydrosis Viruses) CPV به خانواده Reoviridae تعلق دارند. هر سه گروه از ویروس‌های فوق جزء گروه Occulated Viruses می‌باشند، به‌طوری که ذرات ویروسی یا ویریون‌ها (Virions) در داخل یک پوشش پروتئینی با ساختمان Paracrystaline قرار گرفته‌اند که پوشش مزبور به Inclusion Body موسوم است.

ویروس‌ها در رابطه با قدرت بیماری‌زایی و قدرت کشندگی در حشرات مختلف عملکردهای متفاوتی دارند که یکی از دلایل این تفاوت، قدرت مقاومت آن‌ها در معده حشرات می‌باشد. ویروس‌های لخت (بدون پوشش) معمولاً دوام زیادی در معده حشرات ندارند اما ویروس‌هایی که دارای پوشش (Inclusion Body) هستند، مقاومت بیشتری دارند. برای ایجاد بیماری در یک حشره، ویروس باید وارد معده شود، از دیواره معده عبور نماید و وارد خون شود. سپس وارد سلول‌های حساس خون شده و از سیتوپلاسم آن بگذرد و در نهایت به هسته سلول وارد شده و ایجاد اختلال نماید. در طی این اختلال ممکن است ویروس به‌وسیله سلول‌های خونی از بین برود یا قدرت بیماری‌زایی آن محدود شود. ویروس‌هایی که در هسته سلولی وارد می‌شوند (Nuclear Viruses) نسبت به ویروس‌هایی که در

سیتوپلاسم تکثیر می‌یابند (Cytoplasmic Viruses) اختصاصی‌تر هستند. مدت زمان لازم برای کشتن حشره هدف به عوامل مختلفی مانند غلظت ویروس، مرحله زیستی حشره میزبان و غیره بستگی دارد.

از مهم‌ترین ویروس‌های بیماری‌زا در حشرات، ویروس چند هسته‌ای NPV با نام‌های تجاری Elcar® و VHZ® می‌باشد که جهت کنترل کرم هلیوتیس (Heliothis Spp) و تعداد دیگری از آفات بسیار مؤثر است و امروزه نیز کاربرد دارد. موفق‌ترین پروژه کنترل میکروبی حشرات به کنترل زنبور Gilipinia hercynia با استفاده از ویروس NPV مربوط می‌شود که در کانادا اجرا شد. زنبور مزبور باعث از بین رفتن 73% درختان کاج سفید و 43% از درختان کاج سیاه در مناطق وسیعی به مساحت بیش از 2000 مایل مربع شده بود.

به‌کارگیری ویروس‌ها در کنترل حشرات به دو شکل انجام می‌شود:

الف- ویروس را در بخشی از جمعیت آفت وارد می‌کنند و پس از اینکه به جمعیت آفت وارد شد، به طرق مختلف انتشار می‌یابد.

ب- محلول‌پاشی یا گردپاشی ویروس روی حشرات، در این روش باید دقت شود که زمان ویروس‌پاشی مصادف با سنین اولیه لاروی حشره باشد.

۲- **باکتری‌ها:** باکتری‌ها دارای کارایی بالایی در کنترل میکروبی حشرات می‌باشند و گونه‌هایی که در حشرات تولید بیماری می‌کنند از نوع تولید کننده اسپور هستند، زیرا اسپور آن‌ها بسیار مقاوم است و شرایط سخت محیط را از هنگام تولید تا زمان عمل با موفقیت تحمل می‌کنند. اغلب باکتری‌های بیماری‌زای حشرات به خانواده Bacillaceae تعلق داشته و دو جنس معروف این خانواده شامل Bacillus و Closteridiom می‌باشند.

تکثیر باکتری‌های بیماری‌زا در محیط کشت مصنوعی بسیار مشکل است و معمولاً برای تکثیر آن‌ها از محیط زنده استفاده می‌شود. برای این منظور آن‌ها را به داخل بدن حشره تزریق می‌کنند و پس از اینکه حشره کاملاً بیمار شد، بدن آن‌را له کرده و به‌وسیله سانتریفوژ بالا، باکتری را جدا کرده و نگهداری می‌نمایند.

از لحاظ نحوه عمل، اغلب باکتری‌ها بدون اینکه آسیب زیادی به دیواره معده وارد نمایند از آن عبور می‌کنند، اما عده‌ای نیز باعث ایجاد صدمه به دیواره معده می‌شوند که بر اثر این پدیده، عفونت ایجاد می‌شود. گونه‌هایی که باعث آسیب به دیواره معده می‌شوند به پاتوژن‌های واقعی (True Pathogens) موسوم هستند که نمونه مشهور این گروه از باکتری‌ها، Bacillus thurengiensis (B.T) و با اسامی تجاری Thuricide®، Bacto-spaine®، Dipel®، Biolit®، Taknar®، Vactobac® و Bactimos®

می‌باشد. عده‌ای از باکتری‌ها قدرت عبور از دیواره معده را ندارند اما اگر از طریق دیگر مانند زخم‌های حاصله روی دیواره معده بتوانند وارد خون شوند، در آن صورت می‌توانند ایجاد بیماری نمایند که این نوع باکتری‌ها عوامل بیماری‌زای بالقوه (Potential Pathogens) نامیده می‌شوند.

مطالعات نشان داده است که باکتری‌های بیماری‌زا حداقل دارای چهار ماده سمی از جمله کریستال‌های پروتئینی برای حشرات می‌باشند. این کریستال‌ها باعث فلج شدن معده لارو بال‌پولک‌داران (Lepidoptera) می‌شوند. ماده سمی دیگر مولکول‌های کوچک دیالیز شونده هستند که در برابر حرارت مقاوم بوده و روی لارو دوبالان و بعضی بال‌پولکداران مؤثر هستند. ماده دیگر Phospholipas c است که یک نوع آنزیم است و باعث انهدام دیواره سلولی می‌شود و بالاخره ماده چهارم یک نوع فسفولیپاز ناشناخته است که احتمالاً باعث آزاد شدن اسیدهای چرب از مولکول‌های فسفولیپید می‌شود.

در باکتری‌های بیماری‌زای حشرات پدیده‌ای به‌نام Going on وجود دارد که بر اساس این پدیده، اگر باکتری‌ها را در محیط واجد مواد غذایی رهاسازی نماییم شروع به رشد و تکثیر می‌کنند اما اگر آن‌ها را در محیط فاقد مواد غذایی اضافه نماییم، تا بهبودی شرایط محیط به‌صورت اسپور که فرم مقاوم آن‌ها می‌باشد، باقی می‌مانند.

مهم‌ترین باکتری‌های بیماری‌زای حشرات که امروزه کاربرد ارزشمندی در کنترل آفات دارند عبارتند از: Bacillus thurengiensis (علیه لارو پروانه‌های آفت)، Bacillus popillae (باعث بیماری Milky در سوسک ژاپنی، Popillio japonica از خانواده Scarabaeidae می‌شود)، Bacillus cereus (علیه سخت بال‌پوشان، بال‌غشائیان و بال‌پولک‌داران آفت) و Serratia marscecens (علیه طیف وسیعی از بال‌پولکداران آفت). در بین باکتری‌های فوق، گونه B. thurengiensis از شهرت و اهمیت بیشتری در کنترل آفات برخوردار بوده و در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

باکتری Bacillus thurengiensis: باکتری B. thurengiensis، یک باکتری گرم مثبت می‌باشد که تولید اسپورهای میله‌ای شکل می‌نماید. این باکتری برای اولین بار در سال ۱۹۰۱ به عنوان عامل بیماری Sotto روی کرم ابریشم در کشور ژاپن به ثبت رسید. باکتری مزبور در سال ۱۹۲۷ در کشور آلمان توسط Mattes جدا شد و به B. thurengiensis معروف گردید. اولین ترکیب تجاری این باکتری با نام Sporine® در کشور فرانسه عرضه شد و در سال‌های بعد محصولات دیگری با اسامی تجاری مختلف سنتز شدند.

از لحاظ کیفیت و عملکرد، باکتری B.t دارای سه مزیت عمده می‌باشد. اول اینکه خود باکتری خاصیت بیماری‌زایی ضعیفی دارد اما زمانی که اسپورزایی می‌نماید، کریستال‌های پروتئینی بین سلولی تولید

می‌کند که این کریستال‌ها حاوی سم گوارشی می‌باشند و مخلوطی از اسپور و کریستال، حشره‌کش میکروبی را تشکیل می‌دهند. هنگامی که ترکیب مزبور وارد بدن لارو حشرات تغذیه کننده از گیاهان آلوده شد، توکسین موجود باعث فلج اعضای داخلی لارو می‌گردد و به این ترتیب باکتری به سهولت می‌تواند به میزبان ضعیف شده حمله نموده و باعث ایجاد عفونت عمومی (Septicemia) در آن شود. دومین کیفیت جالب توجه B.t، اختصاصی عمل نمودن آن است که فقط بر لارو عده‌ای از بال‌پولک‌داران اثر می‌کند و حتی بر لارو تمامی خانواده‌های راسته بال‌پولکداران مؤثر نمی‌باشد. دلیل اینکه صرفاً بر لارو بال‌پولکداران مؤثر می‌باشد این است که فقط معده و روده این حشرات دارای pH مورد نیاز باکتری جهت حل شدن کریستال‌های پروتئینی و آزاد شدن توکسین می‌باشد. بنابراین با توجه به اینکه سایر گروه‌های حشرات بخصوص حشرات مفید و نیز مهره‌داران از تأثیر این باکتری در امان می‌باشند، لذا باکتری مزبور را می‌توان با اطمینان خاطر روی محصولات غذایی خوراکی به‌کار برد. مزیت سوم B.t، سهولت تولید این فرآورده می‌باشد که به این ترتیب آن‌را از لحاظ قیمت، قابل رقابت با آفت‌کش‌های شیمیایی نموده است. مزیت چهارم B.t این است که دارای خاصیت انباری نسبتاً خوبی بخصوص در حالت پودری می‌باشد. مزیت پنجم، تأثیر سریع آن روی حشره هدف می‌باشد. مزیت ششم، علی‌رغم مصرف نسبتاً زیاد، گزارش‌های اندکی از بروز مقاومت حشرات نسبت به آن تاکنون گزارش شده است که در این رابطه شب پره پشت الماسی یا Diamond Back Moth (Plutella xylostella) اولین حشره‌ای بود که به B.t در شرایط مزرعه مقاومت نشان داد.

B.t علاوه بر مزایای فوق که قابل ملاحظه می‌باشند، دارای دو عیب مهم به شرح زیر می‌باشد:

۱- اسپورها و تا حدودی کریستال‌های باکتری در مقابل تابش طولانی مدت اشعه ماوراء بنفش خورشید توانایی بیماری‌زایی خود را از دست می‌دهند.

۲- با توجه به اینکه اسپورها و کریستال‌های باکتری بعد از محلول‌پاشی در سطح گیاهان باقی می‌مانند، لذا فقط روی حشراتی که از سطح گیاهان تغذیه می‌نمایند کاربرد دارد. در رابطه با سایر حشرات مانند چوب‌خوارها و ساقه‌خوارها، باکتری موقعی بر آن‌ها مؤثر می‌باشد که در یکی از مراحل زیستی خود از اندام‌های خارجی گیاهان تغذیه نمایند.

نحوه به‌کارگیری B.t: B.t را باید با دقت در مناطقی به‌کار برد که تراکم مناسبی از جمعیت حشره وجود داشته باشد تا به سهولت بتواند در جمعیت حشره رشد و تکثیر یافته و منتشر شود. اما به‌طور کلی نحوه کاربرد آن‌ها شبیه حشره‌کش‌ها است که روی محصول پاشیده می‌شوند و حشره با خوردن محصول، آن‌ها را نیز می‌بلعد. B.t را به روش‌های مختلف مانند سوسپانسیون در آب، امولسیون آب و روغن، پودر و گرانول به‌کار می‌برند اما پودرپاشی و گردپاشی آن به مراتب بهتر است زیرا دوام بیشتری

دارد. بیشترین مصرف عوامل بیماری‌زا امروزه از B.t است و جنبه تجاری خوبی نیز دارد. به‌طور کلی عوامل میکروبی باید خورده شوند تا مؤثر واقع گردند. بنابراین زمان دقیق کاربرد آن‌ها بسیار حائز اهمیت است. B.t دارای پایداری و دوام بالایی در بدن لارو بال‌پولکداران می‌باشد، به‌طوری که در مرحله لاروی خورده می‌شود اما چون pH معده لارو حشرات 10.2 تا 10.5 است، لذا نمی‌تواند رشد نماید اما در مرحله هیستوژنز (Histogenesis) که pH معده لارو حدود 7 می‌باشد، با عمل آنزیم‌های Proteolytic، کریستال‌های سمی حل شده و توکسین مربوطه آزاد می‌شود که به این ترتیب مرگ میزبان اتفاق می‌افتد.

گونه‌های آلوده به B.t دو نوع عکس‌العمل متفاوت نسبت به توکسین نشان می‌دهند. در تمامی موارد، فلج سریع دستگاه گوارش یک ساعت بعد از تغذیه اتفاق می‌افتد و در این شرایط حشره از تغذیه دست می‌کشد. به تدریج یکسری تغییراتی در لایه اپیتلیوم روده میانی پدید می‌آید و این تغییرات با از کار افتادن فعالیت‌های متابولیکی حشره بخصوص تغییر در نفوذپذیری یون‌ها همراه می‌باشد. فلج عمومی بدن با افزایش سریع pH خون که به دلیل برهم خوردن تعادل مواد داخلی روده پدید می‌آید، همراه می‌باشد. بسیاری از حشرات فقط بر اثر کریستال‌های سمی از بین می‌روند اما در موارد دیگر، ترکیبی از اسپور و کریستال مورد نیاز می‌باشد که ترکیب مزبور همواره در فرمولاسیون‌های تجاری ارائه می‌شود.

موارد کاربرد B.t: کاربرد B.t امروزه در اغلب مناطق دنیا و روی طیف نسبتاً وسیعی از لاروهای بال‌پولکداران (300 گونه) رایج شده است، اما مهم‌ترین موارد کاربرد آن علیه بال‌پولکداران زیر می‌باشد: کرم پروانه یونجه (Colias eurytheme)، کرم غوزه پنبه (Heliothis zea)، لارو پروانه کلم (Trichoplusia ni)، سفیده‌کوچک کلم (Pieris rapae)، لارو جوانه‌خوار توتون (Heliothis virescens)، پروانه ابریشم‌باف ناجور (Lymantria dispar)، کرم ساقه‌خوار ذرت (Ostrinia nubilalis) و کرم ساقه‌خوار برنج (Chilo Suppressalis).

۳- **قارچ‌ها (Fungi):** تعداد زیادی (بیش از 500 نوع) از قارچ‌های بیماری‌زا وجود دارند که در حشرات ایجاد بیماری می‌کنند و جزء عوامل موفق در کنترل آفات محسوب می‌گردند. اما با توجه به اینکه آلودگی قارچی از راه جلد بدن صورت می‌گیرد لذا عوامل مزبور به شدت تحت تأثیر شرایط محیط بخصوص رطوبت قرار دارند. بنابراین مشکل اصلی در رابطه با قارچ‌های بیماری‌زا این است که در مراحل اولیه آلودگی به رطوبت نسبی بسیار بالایی جهت رشد و تکثیر نیاز دارند و این مشکل در واقع یک عامل محدود کننده است زیرا محیط تحت کنترل انسان نیست. از طرف دیگر اسپورهایی که آلودگی اولیه را ایجاد می‌نمایند، به اشعه ماوراء بنفش و نیز خشکی بسیار حساس هستند که این امر باعث ایجاد محدودیت‌هایی در

رابطه با انبار کردن، محلول‌پاشی اسپورها روی گیاهان و دوام آن‌ها در مزرعه می‌شود. اما علی‌رغم تمام محدودیت‌های فوق، به‌کارگیری قارچ‌های بیماری‌زا علیه آفات کم و بیش انجام می‌شود و بیشترین مورد استفاده در کشور روسیه می‌باشد. به هر حال این‌گونه به نظر می‌رسد که در آینده استفاده از قارچ‌های بیماری‌زا افزایش خواهد یافت که دلایل این امر عبارتند از:

الف- به آسانی در محیط‌های کشت مصنوعی مانند PDA و آگار رشد می‌کنند.

ب- با توجه به اینکه دمای مناسب جهت رشد آن‌ها 20 تا 25 درجه سانتی‌گراد می‌باشد و در دماهای بالا (حدود 37 درجه سانتی‌گراد) رشد و فعالیت آن‌ها متوقف می‌شود، لذا برای انسان و سایر پستانداران خطری جدی محسوب نمی‌گردند.

ج- در شرایط نامناسب محیطی ایجاد اسپورهای مقاوم می‌کنند که به این ترتیب بقای آن‌ها تا بهبودی شرایط محیطی حفظ می‌شود.

کنترل میکروبی آفات با استفاده از قارچ‌های بیماری‌زا دارای مزایا و معایبی نیز می‌باشد، اگرچه با توضیحات فوق تعدادی از آن‌ها بیان شده‌اند اما جهت درک دقیق‌تر موضوع، مزایا و معایب این عوامل به‌طور جداگانه در زیر ارائه می‌شوند. مزایای کنترل میکروبی آفات با استفاده از قارچ‌های بیماری‌زا عبارتند از:

الف- قارچ‌ها تقریباً تمام مراحل رشدی میزبان خود را مورد حمله قرار می‌دهند.

ب- تعداد میزبان‌های آن‌ها بسیار متعدد می‌باشد و اگر بتوان بر مشکلات تهیه ماده **Inoculum** فائق آمد، قطعاً به عنوان یکی از عوامل کنترل کننده کارآمد محسوب می‌شوند.

ج- برای انسان، دام‌ها و نیز دشمنان طبیعی آفات خطری ندارند.

د- باعث مرگ سریع میزبان خود می‌شوند.

هـ- دارای قابلیت ترکیب شدن با حشره‌کش‌ها هستند.

مهم‌ترین معایب کنترل میکروبی آفات با استفاده از قارچ‌های بیماری‌زا عبارتند از:

الف- در برابر اشعه ماوراء بنفش حساس می‌باشند.

ب- شکل‌گیری همه‌گیری قارچی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد، لذا پیش‌بینی موفقیت عمل امکان‌پذیر نمی‌باشد.

ج- در برابر مصرف قارچ‌کش‌ها حساسیت بسیار دارند.

مهم‌ترین گونه‌های شناخته شده از قارچ‌های بیماری‌زای حشرات عبارتند از: Beauveria bassiana، Entomophthora erupta، E. spherosperama، Verticillium lecanii، Aschersonia aleyrodis و Metarrhizium anisopliae. همچنین ترکیبی با نام Mycoacar® یا Mycar® عرضه شده است که از قارچی به‌نام Hersutella thompsonii به‌دست می‌آید و روی کنه مرکبات و کنه تار عنکبوتی بسیار مؤثر است.

نحوه ابتلای حشرات به بیماری‌های قارچی و نیز پیشرفت بیماری: هنگامی که اسپور یک قارچ روی جلد بدن حشره‌ای قرار می‌گیرد، در شرایط رطوبتی مناسب شروع به رشد می‌کند تا بتواند هیف رویشی (Germ Tube) را تولید نماید. هیف رویشی به لایه‌های اپی‌کوتیکول و پروکوتیکول جلد حشره نفوذ نموده و به تدریج هیف‌های بیشتری را تولید می‌نماید. رطوبت نسبی بالا فقط در مراحل اولیه آلودگی موردنیاز است و اگر در این مرحله حشره میزبان پوست‌اندازی نماید، آلودگی می‌تواند از بین برود. در غیر این صورت قارچ به رشد و نمو خود ادامه می‌دهد و لایه‌های اپیدرم و هیپودرم جلد را مورد حمله قرار می‌دهد و در نهایت با پیشرفت بیماری حشره از پای درمی‌آید زیرا پوشش بدن آن تخریب شده و بدن آن نیز مملو از هیف‌های قارچ می‌باشد.

۴- **تک‌سلولی‌های بیماری‌زا (Protozoa):** بعضی از تک‌سلولی‌ها باعث ایجاد بیماری و مرگ در حشرات می‌شوند که این عمل یا به‌طور مستقیم یا از طریق کاهش قدرت باروری حشرات انجام می‌شود. موفقیت در کاربرد تک‌سلولی‌های بیماری‌زا در حشرات چندان چشمگیر نبوده است. زیرا اغلب تک‌سلولی‌ها اثر سریع و قطعی روی آفات ندارند بلکه به تدریج موجب مرگ میزبان می‌شوند. همچنین این گروه از عوامل بیماری‌زا موجب طولانی‌تر شدن دوره لاروی حشرات می‌شوند که نتیجه این امر این است که آفات مدت زمان بیشتری در معرض حمله شکارچی‌ها و پارازیتوئیدها قرار می‌گیرند. اکثر تک‌سلولی‌هایی که در حشرات باعث بیماری می‌شوند، از رده آمیب‌ها (Amoeba) و تاژک‌داران (Flagellata) هستند. تعداد کمی از تک‌سلولی‌های بیماری‌زا در حشرات در محیط‌های کشت مصنوعی پرورش داده شده‌اند، اما اغلب آن‌ها باید در محیط‌های زنده (داخل بدن حشرات) تکثیر یابند.

مهم‌ترین و کارآمدترین تک‌سلولی‌های بیماری‌زا در حشرات، Nosema spp. از شاخه Cnidosporidia می‌باشند که علیه تعدادی از آفات مهم کشاورزی به‌کار می‌روند. گونه‌های مهم جنس Nosema عبارتند از: N. lymantriae علیه ابریشم‌باف ناجور (Lymantria dispar)، N. carpocapsae علیه کرم سیب (Carpocapsa pomonella)، N. melolonthae علیه کرم سفید ریشه (Melolontha melolontha) و N. locustae علیه ملخ (Locusta migratoria). در میان عوامل مزبور، N. locustae با نام‌های تجاری

®Noloc، ®Attack و ®Trojan علاوه بر ایجاد تلفات شدید (50%) روی ملخ‌ها، تا 30% باعث عقیمی نیز می‌شود و همچنین می‌تواند از طریق تخم به نتاج منتقل شود و تا ۴ سال تداوم داشته باشد و جمعیت ملخ را کنترل نماید. در میان گونه‌های مختلف جنس Nosema فقط دو گونه N. apis و N. bombycis جزء گونه‌های مضر محسوب می‌گردند زیرا باعث بیماری‌های Nosemose و Pebrin به ترتیب در زنبور عسل (Apis melifera) و کرم ابریشم (Bombyx mori) می‌شوند.

۵- **ریکتزیا (Rickettsiae):** ثابت شده است که عده‌ای از ریکتزیاها در حشرات بیماری‌زا هستند. این عوامل کریستال‌هایی را در بین سلول‌های چربی حشرات به‌صورت بین سلولی تولید می‌کنند که موجب بروز اختلالات فیزیولوژیک می‌شوند. همچنین وجود تعداد فراوان ریکتزیا در همولنف باعث تغییر رنگ بدن لاروهای آلوده می‌شود که به این طریق از لاروهای سالم قابل تشخیص می‌باشند. مهم‌ترین و کارآمدترین گونه از ریکتزیاهای بیماری‌زا، Rickettsiella melolonthae است که باعث بیماری Lorsch در کرم سفید ریشه (Melolontha melolontha) می‌شود. 2 تا 3 ماه طول می‌کشد تا لاروهای بیمار بمیرند که طی این مدت به ایجاد خسارت ادامه می‌دهند. دمای مناسب برای تکثیر این عوامل بیماری‌زا و نیز افزایش تلفات لاروها، حدود 14 تا 20 درجه سانتی‌گراد می‌باشد اما در دماهای بالاتر از 24 درجه سانتی‌گراد، لاروها عفونت ایجاد شده را به‌خوبی تحمل می‌نمایند. بیماری باعث ایجاد تغییر رفتار در لاروهای آلوده نیز می‌شود، به‌طوری که لاروهای بیمار به سطح زمین می‌آیند اما سالم‌ترها به عمق زمین می‌روند. محل تکثیر ریکتزیاها معمولاً در سیتوپلاسم میزبان می‌باشد، اما استثنائاً در کک‌ها (Siphonaptera) در هسته سلولی تکثیر می‌یابند. کنترل حشرات با ریکتزیاها موفقیت‌آمیز نبوده، زیرا چندین هفته طول می‌کشد تا باعث مرگ میزبان آلوده شوند و نیز توانایی ایجاد بیماری در پستانداران را نیز دارا می‌باشند.

۶- **نماتدها (Nematoda):** تاکنون در حدود 1500 گونه حشره به عنوان میزبان گونه‌های مختلفی از نماتدها گزارش شده‌اند که اغلب این نماتدها موجب مرگ میزبان خود می‌شوند. اغلب نماتدهای بیماری‌زا متعلق به دو رده Nematoda و Nematomorpha هستند. جنس Meoaplactans از خانواده Mermithidae، مهم‌ترین جنس حاوی نماتدهای بیماری‌زای حشرات می باشد. گونه‌های این جنس در محیط‌های کشت مصنوعی قابل کشت هستند و اغلب جهت کنترل سخت‌بال‌پوشان (مانند سوسک ژاپنی و کرم سفید ریشه) به‌کار می‌روند. نماتد دیگری به‌نام DD-135 را توانسته‌اند در محیط کشت و در بدن کرم موم‌خوار (Galeria melonella) پرورش دهند. مشکل اصلی در رابطه با کاربرد نماتدها علیه حشرات

این است که بشر هنوز دانش کافی در رابطه با کاربرد صحیح آن‌ها را ندارد و به همین دلیل کارایی این عوامل تاکنون چندان موفقیت‌آمیز نبوده است.

۷- **آنتی‌بیوتیک‌ها (Antibiotic)**: بعضی از حشرات در دستگاه گوارش خود دارای موجودات هم‌زیست داخلی (Endosymbiotic organisms) می‌باشند که تجزیه ساختمانی (Ultrastructure) این موجودات با استفاده از روش توالی اسیدهای نوکلئیک (Nucleotide Sequencing of 16S rDNA) نشان داد که جزء رده پروتوباکتری‌های زیر گروه گاما (Gamma Subdivision of the Class Proteobacteria) طبقه‌بندی می‌شوند. باکتری‌های مزبور در سلول‌های تخصیص یافته‌ای به‌نام میستوسیت‌ها (Mycetocyte) وجود دارند که میستوسیت‌های مزبور به‌صورت ساختمان‌های جفت شده به‌نام میستوم (Mycetome) قرار می‌گیرند. میستوسیت‌ها حشرات کامل وارد تخمدان شده و سپس به تخم و در نتیجه به نتاج منتقل می‌گردد، به‌طوری‌که وجود باکتری‌های هم‌زیست به‌صورت یک توده باکتریایی در یکی از قطب‌های تخم قابل مشاهده است. با توجه به اینکه باکتری‌های هم‌زیست در ساختن اسیدهای آمینه ضروری و در نتیجه بقا، رشد و نمو و تولید مثل حشرات واجد آن‌ها بسیار حائز اهمیت می‌باشند، بنابراین حذف یا کاهش تعداد باکتری‌های هم‌زیست با استفاده از مواد ضد باکتریایی سیستمیک (Systemic Antibacterial Materials) و بر اساس روش آنتی‌بیوتیک درمانی (Antibiotic Therapy Method) یا استفاده از گیاهان ترانس‌ژنیک (Transgenic Plants) که پروتئین‌های ضد باکتریایی تولید می‌نمایند، باعث کنترل حشرات می‌گردد. همچنین باکتری‌های هم‌زیست به عنوان ناقلین ژنتیکی، نقش بسیار مهمی در ایجاد تغییرات ژنتیکی در حشرات ناقل عوامل بیماری‌زا ایفا می‌نمایند. از طرف دیگر، با توجه به اینکه باکتری‌های هم‌زیست در حشرات راسته جوربالان بخصوص شته‌ها و سفید بالک‌ها پروتئین‌هایی را تولید می‌نمایند که این پروتئین‌ها در انتقال ویروس‌های بیماری‌زا نقش فعال دارند، لذا باکتری‌های مزبور می‌توانند بر اساس روش‌های مهندسی ژنتیک، دست‌کاری شده و در نتیجه پروتئین‌هایی را تولید نمایند که کارایی آن‌ها را در انتقال عوامل بیماری‌زای ویروسی به‌طور معنی‌داری کاهش دهد.

مواد حاصله از تخمیر قارچ Streptomeyces avermitilis دارای خاصیت حشره‌کشی و کنه‌کشی می‌باشند. مهم‌ترین این ترکیبات شامل Abamectin®، Avid®، Affirm® و Avmb1a (Avermectin® و Avmb1b) می‌باشند. همچنین با توجه به اینکه در دستگاه گوارش موریانه‌ها باکتری‌های هم‌زیست زندگی می‌کنند که نقش اساسی در متابولیسم مواد غذایی دارند، لذا از بین بردن آن‌ها با استفاده از

ترکیبات ضد باکتریایی ®Spear و ®Saf T-shield باعث بیمار شدن آن‌ها و در نهایت باعث مرگ آن‌ها می‌شوند.

۱۳-۲ کنترل حشرات به روش عقیم‌سازی (Sterilization)

تاریخچه این موضوع به حدود سال‌های ۱۹۳۰ باز می‌گردد، اما عملاً در سال ۱۹۵۰ به اجرا درآمد، در این سال آفتی به‌نام مگس دام (Cochliomyia hominivorax) در ایالات جنوبی آمریکا و جزیره Curacao طغیان کرد، به‌طوری که تعداد زیادی از گاوهای منطقه مبتلا شده و از بین رفتند. حشره مزبور روی پوست دام تخم‌گذاری کرده و لارو زیر پوست حرکت می‌کند که این امر باعث زخم‌های موضعی، سوراخ شدن و از بین رفتن پوست یا چرم دام‌های آلوده، کاهش راندمان محصول و گاهی مرگ دام‌های مبتلا می‌شود. در آن زمان این آفت خصوصیات زیستی خاصی داشت که متخصصین به فکر استفاده از عقیم‌سازی آن افتادند. متعاقب این مسأله، روی آفات دیگری نیز همین روش اجرا شد. به عنوان مثال، انواع مگس‌های میوه از جمله مگس خربزه و طالبی (Dacus cucurbitae) در جزیره Rota در جنوب اقیانوس آرام و مگس میوه شرقی (Dacus dorsalis) در جزیره Guam در اقیانوس آرام کنترل شدند. نکته مهم در رابطه با این روش اینکه تمام آفات مزبور در مناطقی مانند جزیره‌ها یا مکان‌های محدود کنترل گردیدند. در برنامه ریشه‌کنی مگس C. hominivorax، در مدت 18 ماه بیش از 50 میلیون مگس در هفته پرورش داده شد و در طبیعت رها گردیدند و در مجموع حدود دو میلیارد نر عقیم در فاصله سال‌های ۱۹۵۸ تا ۱۹۵۹ آزاد شدند.

برای عقیم‌سازی اصولاً دو روش اجرا می‌شود:

الف- پرورش آفت در آزمایشگاه، قرار دادن آن در معرض پرتو و سپس آزادسازی آن در طبیعت برای جفت‌گیری با حشرات طبیعی.

ب- استفاده از مواد شیمیایی عقیم کننده که به روش‌های مختلف در طبیعت به‌کار گرفته می‌شوند تا آفت مورد نظر با آن تماس پیدا کرده و عقیم شود. هدف کلی این است که حشرات عقیم با حشرات طبیعی یا غیرعقیم که در طبیعت وجود دارند، جفت‌گیری کرده و قدرت تولید مثل آن‌ها را محدود کنند. اگر تعداد جفت‌گیری این افراد بر تعداد جفت‌گیری افراد طبیعی فزونی یابد، منحنی تراکم جمعیت رو به کاهش می‌نهد تا اینکه به صفر می‌رسد. هدف از روش عقیم‌سازی، صرفاً ریشه‌کنی (Eradication) آفت است نه کنترل آن.

روش عقیم‌سازی در شرایطی انجام می‌شود که هم گونه آفت و هم منطقه تحت پوشش، شرایط خاصی داشته باشند. در مورد مواد شیمیایی عقیم کننده، معمولاً هر دو جنس نر و ماده تحت تأثیر قرار می‌گیرند و بدیهی است که هر چه قدرت جلب کنندگی ماده عقیم کننده بیشتر باشد، نتیجه بهتری عاید می‌شود. اما در روش پرتوافکنی، معمولاً نرها را تحت تأثیر اشعه قرار می‌دهند، زیرا نرها هستند که می‌توانند قدرت تولید مثل ماده‌ها را خنثی نمایند و از طرفی معمولاً نرها هستند که به جستجوی ماده‌ها می‌پردازند. در هر صورت موفقیت هنگامی حاصل می‌شود که جمعیت آفت مورد نظر در سطح نسبتاً پایینی باشد و لذا این روش را معمولاً باید با سایر روش‌های کنترل تلفیق نمود. به عبارتی اگر تراکم جمعیت آفتی بسیار بالا باشد، ابتدا به‌وسیله سایر روش‌ها (مانند روش شیمیایی) تراکم جمعیت را پایین می‌آورند و سپس روش عقیم‌سازی را اجرا می‌نمایند. بعضی از متخصصین، روش عقیم‌سازی را مبارزه از طریق خودکشی یا هم نوع‌کشی (Autocidal Control) نامیده‌اند. در دهه ۱۹۳۰ اساساً از اشعه X حاصل از فلز رادیوم برای این منظور استفاده می‌شد. البته ناگفته نماند که اثرات مخرب اشعه X روی حشرات از سال‌های قبل از آن شناخته شده بود اما طی سال‌های جنگ جهانی دوم مسأله استفاده از اشعه X در کنترل آفات رایج شد. بعد از جنگ، پیشنهاد استفاده از اشعه گاما ارائه شد، زیرا منابع تهیه این اشعه به مراتب بیشتر از اشعه X می‌باشد زیرا هم از رادیوم و هم از مواد دیگری مانند کبالت تهیه می‌شود. علاوه بر آن اینکه خود اشعه گاما این خاصیت را دارد که در یک فرصت می‌تواند حجم بیشتری از مواد را پرتوافکنی نماید. البته از لحاظ خواص بیولوژیکی، تفاوتی بین اشعه‌های X و گاما وجود ندارد. بهترین مرحله پرتوافکنی برای حشراتی که دگردیسی کامل دارند، مرحله شفیرگی است زیرا خیلی راحت می‌توان با آن کار کرد و برای حشرات دارای دگردیسی ساده، آخرین سن پورگی است.

مواد شیمیایی عقیم کننده که به Chemostrilants موسوم هستند از نظر تأثیر، مشابه خواص اشعه‌های X و گاما هستند و موجب می‌شوند که حشره قدرت تولید تخم یا اسپرم را از دست بدهد، یا موجب مرگ اسپرم یا تخم بعد از تولید می‌شوند یا باعث بروز موتاسیون‌های غالب در حشره موردنظر می‌شوند که این موتاسیون‌ها روی مورفولوژی، فیزیولوژی یا رفتار حشره تأثیر خواهند گذاشت. اغلب این مواد، ترکیباتی از گروه‌های مختلف از جمله الکیل‌ها، ضدمتابولیت‌ها، الکالوئیدها و غیره هستند. مهم‌ترین مواد شیمیایی عقیم کننده عبارتند از: Apholate، Bisazir، Busulfan، Diflubenzuron، Dimatif، Hemel، Hempa، Metepa، Methiotepa، Methyl Apholate، Morzid، Penfluron، Tepa، Thiohempa، Thiotepa، Tretamine و Uredepa.

به‌طور کلی شرایط لازم برای کنترل یک آفت از طریق عقیم‌سازی عبارتند از:

۱- پرورش و عقیم‌سازی آن باعث اذیت و آزار انسان نشود.

۲- پرورش و عقیم‌سازی آن امکان‌پذیر و اقتصادی باشد.

۳- معمولاً این روش در مورد آفاتی اعمال می‌شود که هنوز در منطقه مورد نظر متمرکز نشده‌اند و قدرت تولید مثل بالایی نیز نداشته باشند. به عبارت دیگر برای آفاتی که اهمیت اقتصادی زیادی ندارند و نیز آفاتی که سال‌ها در منطقه مستقر شده‌اند، قابل اجرا نیست.

۴- روش عقیم‌سازی نباید در رفتار حشرات عقیم شده تغییری ایجاد نماید و جنس‌های نر و ماده باید در سطح وسیع مخلوط شوند.

۵- ترجیحاً در مورد حشراتی قابل کاربرد است که جنس ماده آن فقط یک‌بار جفت‌گیری می‌کند.

سؤال: چرا مگس دام در آمریکا و ونزوئلا کنترل شد؟ دلایل موفقیت عبارتند از:

۱- پایین بودن جمعیت آفت

۲- محدود بودن منطقه گسترش آفت

۳- حشره ماده مگس دام در طول عمر خود فقط یک بار جفت‌گیری می‌کند اما حشرات نر عقیم با تعداد زیادی ماده جفت‌گیری می‌نمایند.

۴- سهولت پرورش این حشره در آزمایشگاه

۵- قدرت رقابت نرهای عقیم شده و رهاسازی شده در طبیعت با نرهای طبیعی

فصل چهاردهم

مقاومت حشرات به حشره‌کش‌ها
(Insect Resistance to Insecticides)

برای مقاومت به سموم، تعاریف متعددی ارئه شده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

۱- ایجاد توانایی در نژاد حشرات که دزهای سم را که برای اکثریت افراد همان گونه کشنده است، تحمل نمایند.

۲- حشراتی که قبلاً در مقابل یک حشره‌کش حساسیت نشان می‌دادند، با استفاده از حشره‌کش مزبور دیگر قابل کنترل نباشد.

۳- دز معمولی که قبلاً مصرف می‌شد و آفت را کنترل می‌کرد، دیگر نمی‌تواند آفت مورد نظر را کنترل نماید.

اما از دیدگاه سم‌شناسی، مقاومت عبارت است از «تغییر در خط دز و اثر دزی که برای غالب جمعیت کشنده می‌باشد». این‌گونه جمعیت‌های مقاوم، دزهای بالاتری از سم را می‌توانند بدون کشته شدن تحمل نمایند. اولین نمونه بروز مقاومت در ایالات متحده آمریکا در سال ۱۹۴۸ مشاهده شد که مگس خانگی در مقابل د.د.ت مقاوم شد و تا سال ۱۹۸۶ نزدیک به ۴۵۰ گونه بندپا در مقابل آفت‌کش‌های مختلف مقاوم شدند و این رقم امروزه به بیش از 1000 گزارش مستند بالغ گردیده است.

مقاومت خصوصیتی است که بر اثر انتخاب (Selection) داخل جمعیتی از یک گونه که معمولاً در برابر یک حشره‌کش حساس است، بروز می‌کند. این خصوصیت وراثتی است و فقط در جمعیت‌هایی ایجاد می‌شود که دارای عوامل مقاومت هستند و عوامل مزبور نیز از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند. بنابراین مقاومت در اثر یک سازش ثانویه حاصل نمی‌شود و Postadaptive نیست بلکه خصوصیتی است که در اثر سازش اولیه به‌وجود می‌آید و Preadaptive می‌باشد. به عبارت دیگر افرادی که دارای ژن‌های مقاومت باشند، می‌توانند مقاوم گردند. مقاومت در اثر یک یا چند آلل مربوط به یک یا چند ژن حاصل

می‌شود. پیدایش مقاومت در جمعیت‌هایی که دارای ژن‌های مقاومت هستند، می‌تواند بر اثر اختلاف در میزان مرگ و میر در جمعیت بروز کند که عامل این اختلاف در مرگ و میر، همان آفت‌کش‌ها هستند که موجب «انتخاب» می‌شوند. به‌طوری که افرادی از جمعیت که حساس هستند، از بین می‌روند اما افراد دارای ژن مقاوم، باقی می‌مانند. با استفاده از روش علامت‌گذاری ژن‌ها (Marker Genes)، محل تعدادی از آلل‌های مقاومت روی ژن‌ها در تعدادی از حشرات مشخص شده است. به عنوان مثال، در مورد پشه Aedes Aegiptii، ژن عامل مقاومت روی سه عدد از کروموزوم‌ها قرار دارد. به عنوان یک اصل کلی، مقاومت حشرات در برابر د.د.ت در نتیجه وجود یک ژن به‌وجود می‌آید. اما گاهی ژن دومی نیز در رابطه با پیدایش مقاومت ممکن است وجود داشته باشد. به عنوان مثال، اگرچه ژن عامل مقاومت مگس سرکه در برابر د.د.ت روی کروموزوم دوم قرار دارد، اما ژن دیگری که روی کروموزوم سوم قرار دارد پدیده مقاومت را تشدید می‌نماید. مقاومت در مقابل سموم فسفره معمولاً بر اساس یک سیستم چند عاملی ایجاد می‌شود که در این پدیده، نهایتاً یک ژن در محل مورد نظر ظهور پیدا می‌کند و نقش عامل اصلی مقاومت را ایفا می‌کند. ژن مقاوم به سموم فسفره، ژن غالب است و در مگس خانگی روی کروموزوم شماره 5 قرار دارد.

مقاومت دارای چهار شکل مختلف می‌باشد که به اختصار در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند:

۱- **مقاومت ساده (Simple Resistance)**: در این نوع مقاومت، یک گونه حشره یا جمعیتی از آن فقط در برابر یک ماده شیمیایی از خود مقاومت نشان می‌دهد.

۲- **مقاومت دسته‌ای (Class Resistance)**: حالتی از مقاومت است که گونه یا جمعیتی از یک گونه مقاوم می‌تواند در برابر تعدادی از سموم متعلق به یک گروه از خود مقاومت نشان دهد. به عنوان مثال هنگامی که حشره‌ای به لیندین مقاوم گردد، به سایر ترکیبات گروه سیکلودین‌ها نیز مقاوم می‌شود. مقاومت دسته‌ای بین دو کنه‌کش سی‌هگزاتین و فن‌بوتاتین اکساید در کنه دو نقطه‌ای گزارش شده است.

۳- **مقاومت مضاعف (Cross Resistance)**: به حالتی از مقاومت گفته می‌شود که حشره‌ای یا جمعیتی از آن به یک سم خاص (A) مقاوم می‌شود و این حشره بدون اینکه تحت فشار انتخابی سم دیگر (B) قرار گرفته باشد، به این سم نیز مقاوم می‌گردد که البته هر دو سم A و B دارای نقطه اثر مشابهی هستند. به عنوان مثال، مقاومت به سموم کلره منجر به پیدایش مقاومت به برخی سموم پایرتروئیدی می‌شود که البته عکس این وضعیت تاکنون مشاهده نشده است.

۴- **مقاومت چندگانه (Multiple Resistance)**: در این نوع مقاومت، حشره یا جمعیتی از آن در مقابل سموم مختلفی که دارای نقاط عمل متفاوتی هستند، مقاومت نشان می‌دهند، مانند مقاومت به سموم کلره و فسفره. البته این نوع مقاومت به دلیل نیاز به مکانیسم‌های پیچیده و متنوع به ندرت مشاهده می‌شود، زیرا جمعیت مورد نظر باید برای مدت طولانی تحت فشار انتخابی چندین نوع سم مختلف قرار گیرد. مثال‌های معروف این نوع مقاومت در کرم سیب (Laspeyrsia pomonella) و پشه آنوفل (Anopheles albimanus) می‌باشد. به‌طوری که کرم سیب به تعدادی از سموم فسفره، کلره، کاربامات و پایرتروئید و پشه مزبور به تعدادی از سموم فسفره، کلره و پایرتروئید مقاوم شده‌اند.

۱-۱۴ مکانیسم‌های فیزیولوژیکی مقاومت

مکانیسم‌های فیزیولوژیکی مقاومت در تعدادی از حشرات بخصوص مگس خانگی به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است و ثابت شد که مگس‌های مقاوم به د.د.ت، توانایی شکستن د.د.ت و تبدیل آن به ترکیبات غیر سمی HCl و DDE را دارا می‌باشند. عمل شکستن ترکیبات سمی که اصطلاحاً به غیر سمی کردن (Detoxification) موسوم است، توسط آنزیمی به‌نام د.د.ت دی‌هیدرو کلریناز (D.D.T-dihydrochloronase) صورت می‌گیرد و نکته حائز اهمیت در این رابطه اینکه، مقدار آنزیم مزبور در هموزیگوت‌های مقاوم (RR) به مراتب بیشتر از سایر افراد می‌باشد، به همین دلیل مقاومت در هموزیگوت‌های مقاوم سریع‌تر ایجاد می‌گردد. آنزیم مزبور همچنین می‌تواند DDD و متوکسی کلر را نیز غیر سمی کند که این پدیده، مقاومت هم‌زمانی (Resistance Cross) نامیده می‌شود و طبق تعریف، حشره‌ای که قبلاً به یک ترکیب مقاوم شده بود، بسیار سریع‌تر به ترکیبات مشابه مقاوم می‌شود. در مگس سرکه و سوسری آلمانی، د.د.ت در اثر آنزیم فوق به DDE تبدیل نمی‌شود، بلکه اکسیده شده و به دیکوفول (Dichofol) یا کلتان (Keltan) تبدیل می‌شود که یک کنه‌کش است و روی حشرات هیچ تأثیری ندارد. پشه‌ها نیز توانایی متابولیسم دی‌آلدرین و تبدیل کردن آن به آلدرین و گلیکول را دارا می‌باشند. در هر حال نکته‌ای که حائز اهمیت است اینکه، حشرات مقاوم قادر هستند مقدار بیشتری از سم را تجزیه نمایند و مقدار بسیار کمتری از آن‌را جذب می‌کنند.

بنابراین مکانیسم فیزیولوژیکی مقاومت حشرات در برابر سموم، مکانیسم بی‌اثر کردن (Detoxification) است که آنزیم‌های متعددی در این رابطه دخالت دارند که مهم‌ترین آن‌ها شامل MFO (Mixed Function Oxidase) و CP450 می‌باشند و تحقیقات دانشمندان نشان داده است که مقدار آنزیم‌های تجزیه کننده سموم در بدن حشرات مقاوم حدود 40 برابر بیشتر از حشرات حساس

است. لازم به یادآوری است که نقش اصلی ترکیبات سینرژیست، بی‌اثر کردن آنزیم‌های تجزیه کننده سموم می‌باشد و به این ترتیب سم اثر خود را روی حشره هدف اعمال می‌نماید. در پشه کولکس (Culex spp.) مقاومت در مقابل مالاتیون به دلیل داشتن آنزیمی به‌نام کربوکسی‌استراز (Carboxyestrase) است که آنزیم مزبور می‌تواند زنجیره‌های جانبی ترکیب مالاتیون را هیدرولیز نماید. در مگس خانگی، آنزیم‌های فسفاتاز (Phosphatase) و استراز (Esterase) که توسط آلل‌های مقاوم ایجاد می‌شوند، باعث بی‌اثر شدن اثرات سمی پاراتیون و دیازینون می‌شوند.

مقاومت کنه‌ها بخصوص کنه تار عنکبوتی در مقابل سموم فسفره به علت افزایش قدرت غیر سمی کردن سموم می‌باشد، اما دلیل مقاومت در نژاد اروپایی کنه تار عنکبوتی به علت حساسیت کمتر کولین‌استراز می‌باشد. مقاومت مگس خانگی در مقابل کاربامات‌ها بخصوص سوین به دلیل غیر سمی کردن سم توسط استرازهای غیر اختصاصی بوده و بالاخره مقاومت شپشک قرمز کالیفرنیا در مقابل اسید سیانیدریک اساساً به واسطه قدرت سریع شپشک برای بستن روزنه‌های تنفسی است.

پس از بروز مقاومت در حشرات، کوشش شده است که بر اساس شناخت بهتر و دقیق‌تر مکانیسم‌های بیوشیمیایی مقاومت، اقدامی انجام گیرد تا مقاومت به‌وجود نیاید یا حداقل به تأخیر افتد. مجموعه تلاش‌ها در جهت جلوگیری یا به تأخیر انداختن مقاومت در علمی به‌نام «مدیریت مقاومت به حشره‌کش‌ها» (Insecticides Resistance Management یا IRM) صورت می‌گیرد. یکی از راهکارهای مؤثر در این رابطه، اضافه کردن مواد بازدارنده آنزیم‌های بی‌اثر کننده سموم به ترکیبات سمی می‌باشد که در حقیقت همان سینرژیست‌ها هستند. به عنوان مثال، برای آنزیم د.د.ت دی‌هیدروناز (D.D.T-dihydronase) ترکیبی به‌نام (Dimite®-4-4) (dichlore-*a*-methyl-benzhydrol) و نیز ترکیب دیگری با نام تجاری WARF® ساخته شدند که از عمل آنزیم فوق ممانعت می‌کنند. این گروه از مواد که دارای نقش بازدارندگی روی آنزیم‌های تجزیه‌کننده د.د.ت می‌باشند، از لحاظ ساختمان شیمیایی مشابه د.د.ت هستند و تحت عنوان ضد مقاومت به د.د.ت (Antiresistance for D.D.T) موسوم هستند. با وجود تدابیر مزبور توسط بشر، حشرات تحت تیمار بعد از مدتی در مقابل این ترکیبات نیز مقاوم می‌شوند. برای سموم فسفره نیز این تدبیر اندیشیده شد و تعدادی ترکیب ضد مقاومت شامل Tributyl-phosphorothioate، Propylparaoxon Phosphatase و Piperonyl Butoxide که همگی بازدارنده عمومی استرازها هستند، سنتز شد.

در سال‌های گذشته به منظور جلوگیری از پیدایش مقاومت یا به تأخیر انداختن آن در یک یا چند گونه حشره سعی می‌شد تا ترکیبات جدیدی به عنوان جایگزین به‌کار روند. به عنوان مثال، با پیدایش مقاومت به د.د.ت و سایر ترکیبات مشابه در مگس خانگی و پشه‌ها، از سموم سیکلودین استفاده شد و

برای چند سال مشکل منتفی گردید. اما پس از چند سال حشرات مزبور مجدداً در مقابل سموم جدید نیز مقاوم شدند. بنابراین مجدداً سعی شد تا از سموم جدیدتر بخصوص سموم فسفره استفاده گردد اما مشکل مقاومت هرگز به‌طور دائم منتفی نگردید. به هر حال، مشکل مقاومت حشرات به سموم همواره وجود داشته و به نظر می‌رسد در آینده نیز کماکان وجود خواهد داشت، اما با به‌کارگیری راهکارهایی که به اختصار در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند، می‌توان مقاومت را برای مدتی به تأخیر انداخت.

به منظور شکستن مقاومت، علاوه بر تغییر نوع سم می‌توان فرمولاسیون‌های دیگری از همان سم را نیز به‌کار برد، به عنوان مثال استفاده از طعمه مسموم و یا به‌کار بردن سمومی که بخار آن‌ها اثر حشره‌کشی مطلوبی دارد، مانند دیکلروس. البته استفاده از دزهای بالاتر سم نیز در شکستن مقاومت حائز اهمیت است اما به دلیل آلودگی محیط، عدم صرفه اقتصادی و نیز تسریع در بروز پدیده مقاومت به هیچ وجه توصیه نمی‌شود. بعد از پیدایش مقاومت‌های متعدد در حشرات، چنین تصور شد که جایگزین کردن حشره‌کش با ترکیب جدید موجب برگشت یا کاهش درجه مقاومت در برابر ترکیب اولیه می‌شود. اما تجربیات حاصله روی مگس خانگی نشان داد که پس از پیدایش مقاومت در برابر د.د.ت، به‌کارگیری سموم فسفره موجب شکستن مقاومت و حساسیت مجدد مگس به د.د.ت می‌شود اما پیدایش مقاومت مجدد به د.د.ت بسیار زودتر ایجاد مس‌شود. آزمایش‌های متعدد روی مگس خانگی نشان داده است که حشره می‌تواند هم‌زمان در مقابل هر دو ترکیب فسفره و کلره مقاومت نسبی نشان دهد. حتی هنگامی که دو ترکیب از دو گروه مزبور را با یکدیگر مخلوط نموده و به‌کار ببریم، باز هم مقاومت نسبی وجود دارد. از طرف دیگر تحقیقات نشان داده است که بروز مقاومت یک حشره در برابر یک حشره‌کش گاهی باعث تشدید مقاومت در مقابل حشره‌کش دیگر می‌شود.

به این ترتیب، مقاومت نتیجه انتخاب بر مبنای اصول داروین می‌باشد و هر موقع که حشرات در معرض سطوح مختلف انتخابی حشره‌کش‌ها قرار می‌گیرند و دچار تلفاتی کمتر از 100% می‌شوند، باید انتظار مقاومت را داشت. تغییر جهت به سمت مقاومت شدیدتر یا سریع‌تر شدن بروز مقاومت را وقتی می‌بینیم که:

۱- درصد تلفات حاصله توسط یک سم بالاتر باشد.

۲- محدوده جغرافیایی سطح سمپاشی شده وسیع‌تر باشد.

۳- مناطقی که اطراف منطقه سمپاشی شده وجود دارند و حاوی جمعیت‌های دیگری از آن گونه هستند، کوچک‌تر باشند. در این رابطه سموم ابقایی بهترین عامل انتخاب برای سوق دادن جمعیت به‌طرف مقاومت هستند. این سموم ژن‌های مقاومت را تحریک به تولید آنزیم‌های

تجزیه کننده سموم می‌کنند. در چنین شرایطی افرادی که فاقد ژن‌های مقاومت هستند یا ژن مقاومت صرفاً برای زنده ماندن آن‌ها می‌باشد، نمی‌توانند زنده بمانند. با توجه به توضیحات فوق، اقدامات و راهکارهایی را می‌توان اعمال نمود تا از مقاومت جلوگیری شود و یا به عبارت صحیح‌تر مقاومت به تأخیر افتد که مهم‌ترین اقدامات عبارتند از:

۱- جایگزین کردن سموم بادوام‌تر و نیز مصرف آن‌ها در مناطق محدود، مانند کاربرد قبل از کاشت، هنگام کاشت و بعد از کاشت در اطراف بذور یا اطراف گیاه به‌جای سمپاشی عمومی.

۲- مصرف سموم ابقایی به‌صورت طعمه مسموم

۳- مصرف سموم به عنوان ضد عفونی کننده‌های بذور

۴- همراه کردن سموم با آب آبیاری

۵- کنترل شیمیایی آفات، باید با سایر روش‌های کنترل از جمله بیولوژیکی، ژنتیکی، زراعی و غیره تلفیق شده و در شرایط مناسب به‌کار روند که این روش کنترل به مدیریت تلفیقی آفات (Integrated Pest Management یا IPM) موسوم بوده و امروزه از جایگاه ویژه‌ای در کنترل انواع آفات برخوردار می‌باشد. البته امروزه متخصصین کنترل آفات فراتر از IPM اندیشیده و نه تنها کنترل موفقیت‌آمیز یک آفت خاص یا گروهی از آفات یک محصول برای آن‌ها حائز اهمیت می‌باشد، بلکه رشد مطلوب‌تر گیاه و افزایش کمی و کیفی محصولات نیز مقوله‌ای تفکیک‌ناپذیر داریم. بر این اساس با همکاری متخصصین سایر علوم کشاورزی سعی در تأمین اهداف فوق داریم. مجموعه چنین تلاش‌های همه‌جانبه و چند منظوره در علمی به‌نام مدیریت تلفیقی محصولات زراعی (Integrated Crop Management یا ICM) از اهداف اصلی سازمان خوار و بار جهانی (FAO) می‌باشد.

۲-۱۴ عوامل مؤثر در پیدایش و تکامل مقاومت در برابر حشره‌کش‌ها

برای درک صحیح از عوامل مؤثر در ایجاد مقاومت در حشرات، باید ابتدا عوامل مؤثر در مرحله انتخاب درک شوند. این گونه عوامل کلاً به سه دسته عوامل ژنتیکی، بیولوژیکی ـ اکولوژیکی و اجرایی تقسیم

می‌شوند. تاکنون بیش از 1000 مورد مقاومت در مقابل آفت‌کش‌ها در بندپایان گزارش شده است و بهترین وسیله‌ای که برای مقابله با پدیده مقاومت توسط انسان به‌کار گرفته شده است، استفاده از سموم دیگری است که ترکیب آن‌ها تحت تأثیر مقاومت هم‌زمانی واقع نشود. بدیهی است که کاهش تدریجی این‌گونه ترکیبات موجب محدودیت‌های عملی بیشتری می‌شود و لذا ضرورت دارد که عمر مفید هر یک از ترکیبات حشره‌کش هر چه بیشتر طولانی شود و در شرایط مصرف موجب جلوگیری یا تأخیر در ایجاد مقاومت در حشرات گردد. ثابت شده است که مقاومت در موجودات زنده مختلف بر اثر فشار انتخاب به یک نسبت مساوی نیست. به عبارت دیگر در شرایط یکسان، موجودات زنده در زمان‌های مختلف به مقاومت می‌رسند، به‌طوری که در یک گونه خیلی زود و در گونه‌ای دیگر دیرتر و در گونه دیگر ممکن است هرگز مقاومت ایجاد نشود. عوامل متعددی وجود دارند که روی سرعت بروز و تکامل مقاومت مؤثر واقع می‌شوند. این عوامل را به ترتیب دسته‌بندی می‌کنیم.

الف- عوامل ژنتیکی: پارامترهایی که در این گروه قرار می‌گیرند شامل تعداد ژن‌های مؤثر در مقاومت، فرکانس و مداومت ژن‌ها، غالبیت یا مغلوبیت ژن‌های مقاوم، اثر متقابل ژن‌های دیگر در مقاومت، فشارهای انتخابی ترکیبات شیمیایی روی این ژن‌ها و درجه تکامل ژن‌های مقاومت.

ب- عوامل بیولوژیکی ـ اکولوژیکی: این عوامل را می‌توان به دو مقوله مجزای زیر تقسیم نمود:

۱- عوامل زنده شامل تعداد نتاج تولید شده در هر نسل، جفت‌گیری با یک فرد از جنس مخالف و یا چند فرد.

۲- عوامل رفتاری و اکولوژیکی، جدایی، تحرک، مهاجرت، یک میزبانه یا چند میزبانه بودن، بقاء و پایداری افراد در محیط.

ج- عوامل اجرایی: این گروه از عوامل اساساً مربوط به بشر می‌باشند و لذا کاملاً قابل کنترل هستند.

۱- عوامل شیمیایی شامل ترکیب شیمیایی حشره‌کش، ارتباط این ترکیب با ترکیباتی که قبلاً به‌کار برده می‌شدند، دوام، باقیمانده و فرمولاسیون ترکیب.

۲- عوامل مربوط به نحوه مصرف، آستانه اقتصادی، آستانه انتخاب، مرحله‌ای از زندگی آفت که مورد سمپاشی قرار می‌گیرد، نحوه مصرف سم، محدودیت فضایی و در نهایت تغییرات در هر یک از این انتخاب‌ها.

اغلب پارامترهای مربوط به گروه اول و دوم تحت کنترل انسان نیستند و انسان اهمیت آن‌ها را تا هنگام پیدایش مقاومت نمی‌داند. به عنوان مثال، چگونه می‌توان به فرکانس ژن‌های مقاومت پی برد، مگر اینکه در آن حشرات تلاقی‌هایی را ایجاد نموده و مقاومت حاصل را مورد مطالعه قرار دهیم. از طرفی بعضی از این عوامل در کنترل انسان هستند مانند نوع و زمان کاربرد سم.

الف- عوامل ژنتیکی: به‌طور کلی تکامل‌شناسان معتقد هستند که هر موجود زنده امکان بروز هر نوع مقاومتی را دارد. البته بعضی از جمعیت‌ها مطمئناً دارای ژن‌های لازم برای بروز مقاومت نیستند، مانند کرم ساقه‌خوار ذرت (Ostrinia nubilalis) در مقابل D.D.T برخی متخصصین معتقد هستند که گونه‌هایی از حشرات گیاه‌خوار که قدرت مقابله با آلکالوئیدهای گیاهی را دارند، در واقع دارای نوعی سازش قبلی با حشره‌کش‌های دارای ساختار شیمیایی مشابه با آلکالوئیدهای گیاهی می‌باشند. در نتیجه، این گروه از حشرات به مراتب سریع‌تر به سموم مقاوم می‌گردند. وقتی که ژن‌های مربوط به مقاومت در یک جمعیت وجود داشته باشند، تکرار آن‌ها اهمیت زیادی در ایجاد مقاومت دارد. اگر فرکانس اولیه ژن‌ها بالا باشد، مقاومت خیلی زود بروز می‌کند. بدیهی است که تحت تأثیر یک سم، جمعیت آفت تغییر می‌کند. حال اگر تراکم جمعیت آن‌قدر کم شود که نتواند رشد مثبتی را از خود نشان دهد، فشار انتخابی سم بیشتر می‌شود و در نتیجه فرکانس ژن‌های مقاومت بالا می‌رود. نتیجه اینکه یا مهاجرت موجب رهایی جمعیت از فشار می‌شود یا نهایتاً این فشار موجب مقاومت کامل در جمعیت می‌گردد. به نظر می‌رسد که اهمیت بسیاری از عوامل مؤثر در مقاومت به همین موازنه ناپایدار مربوط می‌شود. به عبارت دیگر، این موازنه به مقدار زیادی بستگی به فرکانس اولیه ژن‌های مقاومت، غالبیت آن‌ها و مهاجرت جمعیت دارد که هر کدام از این عوامل به عوامل دیگری وابسته هستند. فرض کنید ژن مقاومت R در یک جمعیت با فرکانس کم وجود داشته باشد، افراد هموزیگوت RR ممکن است ظاهر شوند، به شرطی که جمعیت اولیه به اندازه کافی بزرگ باشد. حال اگر مقاومت مغلوب باشد یا با دزهای بالای سم بتوان آن‌را مغلوب کرد، نتیجه این امر این است که تمام افراد SS و نیز RS از بین می‌روند و فقط تعداد معدودی RR باقی می‌مانند. حال اگر در این حالت، مهاجرت به داخل صورت گیرد، افراد وارد شده با افراد مقاوم (RR) جفت‌گیری نموده که نتیجه آن افراد هتروزیگوت RS و افراد حساس SS خواهد بود که این افراد نیز بعد از سمپاشی مجدد از بین می‌روند. البته تصور می‌شود که وجود ژن‌های مقاومت قبل از کاربرد حشره‌کش‌ها، در برخی موارد برای خود حشره اثر مخربی دارد و باعث موتاسیون می‌شوند (در افراد RS به میزان 10^{-2} تا 10^{-4} و در افراد RR به میزان 10^{-8} تا 10^{-10}).
غالبیت مقاومت بستگی به دز سم دارد. با دز کم افراد RS باقی می‌مانند اما با دز بالا تمام افراد از بین می‌روند. بنابراین با دز کم، مقاومت غالب است و با دز بالا از نوع مغلوب می‌باشد.

انتخاب‌های گذشته به‌وسیله حشره‌کش‌ها ممکن است تکامل مقاومت را به یکسری ترکیبات جدید سرعت بخشد که همان Cross Resistance می‌باشد. بعضی از مکانیسم‌های مقاومت نه تنها برای یک گروه سم بلکه برای گروه‌های متعددی از سموم مؤثر بوده و باعث بروز مقاومت شده‌اند. به عنوان مثال، ژنی به‌نام kdr وجود دارد که باعث می‌شود حشرات واجد آن، هم به د.د.ت و هم به پایرتروئیدها مقاوم شوند. ژن مزبور با تغییر خصوصیت آکسون، حساسیت آن‌را نسبت به چسبیدن یون‌های سدیم تغییر می‌دهد و این پدیده مانع آن می‌شود تا سموم پایرتروئیدی و د.د.ت روی حشره هدف اثر نمایند. همین عمل در مورد یک استراز به‌نام E.O.33 در مگس خانگی نیز دیده می‌شود که در مقابل مالاتیون و دیپترکس و هم‌زمان در مقابل پایرتروئیدها مقاومت دارد.

ب- عوامل بیولوژیکی - اکولوژیکی: هر چه تعداد نسل یک حشره بیشتر باشد، سرعت و تکامل مقاومت نیز بیشتر است. به عنوان مثال، کنه قرمز اروپایی یا کنه تار عنکبوتی که ممکن است تا 10 نسل داشته باشند بسیار سریع نسبت به سموم مقاوم می‌شوند، در حالی که کنه‌های دیگری مانند Bryobia sp که فقط یک تا دو نسل در سال دارند، سال‌ها طول می‌کشد تا مقاومت در آن‌ها ایجاد گردد. کرم‌های Hylemia spp که در خاک فعالیت می‌کنند، سالانه ۳ تا ۴ نسل تولید می‌نمایند و تحقیقات نشان داده است که در برابر آلدرین و دی‌آلدرین بعد از پنج سال مقاوم می‌شوند، در حالی که کرم مفتولی نیشکر (Melanotus sp) که هر ۲ سال یک نسل تولید می‌کند در مدت ۲۰ سال به مقاومت می‌رسد. همچنین جمعیت‌هایی که قدرت زاد و ولد بیشتری دارند، قادر هستند فشارهای بیولوژیکی بیشتری را تحمل نمایند و لذا چنین استنباط می‌شود که رابطه مستقیمی بین قدرت زاد و ولد و پیدایش مقاومت وجود دارد. از طرف دیگر مهاجرت باعث ایجاد تأخیر در پیدایش مقاومت می‌شود. جمعیت‌هایی که تحت سمپاشی قرار می‌گیرند اما در عین حال مهاجرت به داخل آن‌ها صورت می‌گیرد، دیرتر به مقاومت می‌رسند. حشرات پلی‌فاژ خیلی دیرتر از منوفاژها به سموم مقاوم می‌شوند که دو عامل در این رابطه مؤثر هستند:

۱- گونه‌های پلی‌فاژ کمتر تحت فشار حشره‌کش قرار می‌گیرند.

۲- از نظر بیوشیمیایی سرعت پیدایش مقاومت در حشرات پلی‌فاژ کمتر است. بنابراین سرعت پیدایش مقاومت و تکامل آن موضوعی بسیار پیچیده است که تحت شرایط مختلف فرق می‌کند.

ج- عوامل اجرایی: عواملی هستند که مربوط به کاربرد سموم بوده و تحت کنترل انسان هستند. مهم‌ترین آن‌ها زمان مصرف، دز و فرمولاسیون سم می‌باشند. غالبیت، پناه گرفتن حشره و مهاجرت تا حدودی تحت کنترل انسان هستند. به عنوان مثال، ما می‌توانیم بخشی از جمعیت یک آفت را سمپاشی

نکنیم و اجازه دهیم تا در طبیعت پناه گیرد. مثال بارز آن مگس خانگی است که ثابت شده است که اگر تمام جمعیت تحت تأثیر سم واقع نشود، مقاومت دیرتر بروز می‌کند. زمان صحیح کاربرد سم نیز حائز اهمیت است. دز سم قبلاً به عنوان یکی از عوامل مهم در ایجاد مقاومت ذکر شد، زیرا دز سم تعیین کننده غالبیت یا مغلوبیت مقاومت است. در همین رابطه، فرمولاسیون سم و میزان تجزیه تدریجی سم نیز حائز اهمیت می‌باشد. سموم ابقایی بروز مقاومت را تسریع می‌کنند در حالی که سموم غیر ابقایی که زودتر تجزیه می‌شوند، دیرتر موجب بروز مقاومت می‌شوند. یک سم ابقایی حتی ممکن است افراد مهاجر را نیز از بین ببرد و عملاً از مهاجرت آن‌ها جلوگیری نماید. انتخاب نوع حشره‌کش نیز مهم است، به‌طوری که اگر سمومی را انتخاب کنیم که قبلاً حشره نسبت به ترکیبات مشابه آن مقاوم شده بود، احتمال نشان دادن مقاومت به این ترکیبات نیز بسیار زیاد است. سطح منطقه تحت سمپاشی نیز حائز اهمیت می‌باشد. هرچه وسعت منطقه بیشتر باشد، حشره دیرتر به مقاومت می‌رسد و برعکس هرچه منطقه تحت سمپاشی کوچک‌تر باشد و امکان فرار جمعیت یا مهاجرت به داخل جمعیت کمتر باشد، مقاومت زودتر بروز می‌کند. مانند مقاومت سریع مگس‌های دام و اصطبل در طویله‌های سربسته دامداری‌ها که روی پنجره آن‌ها نیز توری نصب شده باشد.

بعد از ایجاد مقاومت و ایجاد هموزیگوتی (خالص شدن از نظر ژنتیکی)، بخصوص اگر ژن مقاومت غالب باشد، برگشت‌پذیری (Reversion) مقاومت بسیار بعید است، اما گاهی مقاومت ایجاد شده پس از مدتی می‌شکند که عوامل مؤثر بر شکستن مقاومت عبارتند از:

۱- انتخاب نشدن تعداد کافی از افراد مقاوم تا مرحله هموزیگوتی (به دلیل قطع فشار سم یا تغییر در شرایط اکولوژیک)

۲- اثر آنتاگونیستی ژن‌های مسئول مقاومت

۳- باروری کمتر افراد مقاوم

۴- افزایش تعداد افراد مهاجر حساس در جمعیت و ایجاد هتروزیگوتی در این جمعیت مقاوم

۵- فشارهای اکولوژیکی (حشرات مقاوم، به شرایط اکولوژیکی حساس‌تر هستند).

برای تفکیک حشرات مقاوم از حشرات حساس در یک مجموعه، به یک شاخص یا دز تفکیک کننده (Discriminating Dose) نیاز داریم که این شاخص همان LD50 می‌باشد. پس از مشخص نمودن دز تفکیک کننده، به منظور مبارزه با پدیده مقاومت از چهار استراتژی می‌توانیم استفاده کنیم.

۱- **استراتژی اشباع (Saturation)**: با به‌کار بردن دز بسیار بالای سم، محیط را از سم اشباع می‌نماییم که در این روش گاهی از روش اختلاط سموم و یا کاربرد سینرژیست‌ها نیز استفاده

می‌کنیم. استراتژی اشباع دارای معایب متعددی می‌باشد که عبارتند از:

- موجودات زنده غیرهدف نیز در معرض سم قرار می‌گیرند.
- این روش توانایی ریشه‌کن کردن آفات را ندارد.
- آلودگی محیط زیست ایجاد می‌کند.
- بر اثر اختلاط سموم اثر انتخابی بعضی از سموم از بین می‌رود.

۲- **استراتژی تعدیل (Moderation):** در این روش از دز زیرکشنده (Sublethal Dose) سموم و پایین‌تر از LD50 استفاده می‌شود. به این ترتیب، دشمنان طبیعی آفات بخصوص پرداتورها که دارای مقاومت بیشتری نسبت به پارازیتوئیدها و نیز برخی آفات در مقابل سموم می‌باشند، آسیب کمتری می‌بینند. مشکل این روش این است که کاربرد دزهای پایین باعث از بین رفتن افراد حساس و باقی‌ماندن افراد مقاوم می‌گردد که در نتیجه بروز مقاومت تسریع می‌شود.

۳- **استراتژی سمپاشی نواری:** در این روش مزرعه، باغ یا یک درخت را به‌صورت نواری (به‌طور قسمتی) سمپاشی می‌نماییم و در نتیجه به جمعیت حساس و نیز دشمنان طبیعی این فرصت را می‌دهیم تا به مکان‌های امن پناه برده و از تأثیر سموم مصون بمانند.

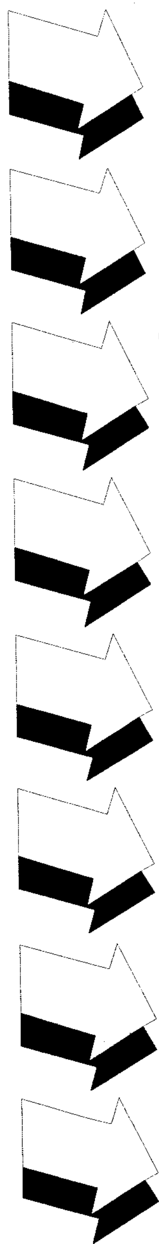
۴- **استراتژی تلفیقی یا حمله چند جانبه:** این استراتژی بر اساس روش‌های مختلفی شکل می‌گیرد که عبارتند از:

- تعویض نوع حشره‌کش
- اختلاط سموم با در نظر گرفتن پدیده‌های سازگاری، سینرژیسم و آنتاگونیسم
- استفاده از سینرژیست‌ها
- به‌کارگیری سایر روش‌های مبارزه مانند مبارزه زراعی، مکانیکی، بیولوژیکی و غیره
- استفاده از پدیده مقاومت منفی (اگر گروهی از حشرات به یک ترکیب سمی مقاوم شدند، به گروه‌های دیگر سموم حساس‌تر می‌شوند).

به این ترتیب مقاومت حشرات در مقابل سموم مسأله‌ای بسیار پیچیده است و انسان هنوز نتوانسته است در رابطه با این موضوع مهم یک راهکار اساسی را ارائه نماید و تغییر دادن نوع ترکیب نمی‌تواند برای همیشه این مشکل اساسی را حل نماید. بنابراین باید مطالعات بیشتری روی عوامل مؤثر در ایجاد مقاومت صورت گیرد. پارامترهای دیگری هستند که می‌توانند مورد استفاده بشر قرار گیرند و باعث

پیروزی بشر علیه آفات گردند که مهم‌ترین راهکار در این رابطه «مدیریت تلفیقی آفات» (Integrated Pest Management) است که بر اساس این استراتژی چندین روش کنترل با یکدیگر تلفیق شده و علیه آفت مورد نظر به‌کار می‌روند. نکته اساسی در رابطه با تلفیق روش‌های مختلف، سازگار بودن آن‌ها با هم است تا اثرات یکدیگر را خنثی ننمایند.

بخش دوم



سم‌شناسی بیماری‌های گیاهی

فصل پانزدهم: کنترل شیمیایی بیماری‌های گیاهی

فصل شانزدهم: قارچ‌کش‌ها و طبقه‌بندی آن‌ها

فصل هفدهم: قارچ‌کش‌های مسی غیرآلی

فصل هجدهم: قارچ‌کش‌های گوگردی غیرآلی

فصل نوزدهم: قارچ‌کش‌های آلی

فصل بیستم: قارچ‌کش‌های سیستمیک

فصل بیست‌ویکم: نماتدکش‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها، روغن‌ها و مواد همراه

فصل بیست‌ودوم: ضدعفونی خاک و اندام‌های گیاهی

فصل بیست و سوم: مکانیسم عمل‌قارچ‌کش‌ها و مقاومت قارچ‌ها به آن‌ها

مقدمه

کنترل شیمیایی بیماری‌های گیاهی تابعی از دانش بنیادی بشر از روابط متقابل میزبان و عوامل بیماری‌زای گیاهی می‌باشد. پژوهش‌های بنیادی مشخص می‌نمایند که در مبارزه با بیماری‌ها چه نوع مولکول‌هایی باید مورد استفاده قرار گیرند و آیا این مولکول‌ها منشأ گرفته از میزبان هستند یا عوامل بیماری‌زا. به عنوان مثال، فیتوالکسین‌ها (Phytoalexins) ترکیباتی شناخته شده می‌باشند و ساختمان مولکولی بسیاری از آن‌ها نیز کشف شده است. دانشمندانی که در رابطه با تولید قارچ‌کش‌های جدید کار می‌کنند، در سال‌های اخیر سعی نمودند تا از روی ساختمان مولکولی فیتوالکسین‌های شناخته شده‌ای که دارای فعالیت قارچ‌کشی می‌باشند، مولکول‌های جدیدی را طراحی و مدل‌سازی کنند و از خواص مولکول‌های شیمیایی جدید علیه عوامل بیماری‌زا استفاده نمایند. قبل از مدل‌سازی مولکول‌های شیمیایی، دو مسأله زیر باید به روشنی مشخص شده باشد:

۱- ساختمان شیمیایی ماده به‌طور کامل و دقیق شناسایی گردیده و رابطه ساختمانی آن با عملکرد بیولوژیکی روشن شده باشد.

۲- مشخص شده باشد که آیا به‌کارگیری این ماده شیمیایی طبیعی مشکلات موجود را برطرف یا تعدیل می‌نماید؟ به عبارت دیگر به‌کارگیری آن یک پیشرفت در فناوری سموم محسوب می‌شود یا خیر.

بر اساس تحقیقات انجام شده، اغلب گیاهان نسبت به قارچ‌ها فاقد حساسیت می‌باشند. مقاومت گیاهان ممکن است نتیجه نقص عامل بیماری‌زای گیاهی و میزبان در برقراری یک ارتباط منطقی و سازگار با یکدیگر باشد. در بسیاری از موارد و بخصوص در مورد انگل‌های اجباری مانند زنگ‌ها، بعد از تماس قارچ بیماری‌زا با گیاه میزبان، متابولیسم میزبان در محل تماس دچار تغییراتی می‌گردد که این تغییر در متابولیسم ممکن است دلیل مهمی در عدم حساسیت بسیاری از گیاهان به برخی عوامل بیماری‌زای

گیاهی باشد.

در سال‌های اخیر تعدادی قارچ‌کش کارآمد و با طیف قارچ‌کشی وسیع برای کاربرد در بخش کشاورزی عرضه شدند که در بین آن‌ها متالاکسیل (Metalaxyl=Ridomyl)، تری‌دیمفون (Teriadimefon=Baylcton) که قارچ‌کش‌هایی با خاصیت جلوگیری از ساخته شدن استرول‌ها می‌باشند، پروپیکونازول (Propiconazol=Tilt)، ایمازالیل (Imazalil=Fungaflor)، دی‌کربوکسی مایدر (Dicarboximides=Rovral)، وینکلوزولین (Vinclozolin=Ronilan) و فوستیل آلومنیوم (Foselyl-Al=Aliette)، در مقایسه با سایر ترکیبات دارای کاربرد وسیع‌تری می‌باشند. توجه تحقیقات دانشمندان سم‌شناس و شیمیدان به غربال نمودن و سنتز ترکیبات شیمیایی جهت یافتن چند نماتدکش و باکتری‌کش جدید نیز معطوف بوده است و بخصوص چون مصرف دو نماتدکش DBCP و EDB ممنوع گردیده است، تلاش‌ها جهت کشف نماتدکش‌های جدید افزایش یافته است و در این رابطه سعی شده است تا ترکیباتی برای مبارزه با نماتدها انتخاب شوند که علاوه بر جلوگیری از تغذیه لاروهای نماتدها، از تفریخ تخم آن‌ها نیز ممانعت نمایند.

تلاش در جهت معرفی باکتری‌کش‌های جدید نیز افزایش یافته است زیرا بسیاری از باکتری‌کش‌های موجود، یا به‌خوبی عمل نمی‌کنند (مانند ترکیبات مسی) یا باکتری‌ها به‌طور سریع نسبت به آن‌ها مقاومت نشان می‌دهند (مانند آنتی‌بیوتیک‌ها). مشکل عمده در تهیه باکتری‌کش‌های جدید این است که این ترکیبات علاوه بر این که باید بر طیف وسیعی از باکتری‌ها (مانند .Pseudomonas spp، Xanthomonas spp. و Erwinia spp) مؤثر باشند، باید برتری چشمگیری نیز نسبت به باکتری‌کش‌های موجود داشته باشند، به‌طوری که کشاورزان خطر احتمالی آن‌را به‌راحتی بپذیرند.

در رابطه با کنترل ویروس‌های گیاهی، تا چند سال اخیر موفقیت چندانی حاصل نشده بود اما اخیراً روش‌های محافظت تقاطعی (Cross Protection) و استفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک به منظور ایمن نمودن میزبان در مقابل ویروس‌های بیماری‌زای گیاهی مورد توجه قرار گرفته و از نقاط روشن مبارزه علیه بیماری‌های ویروسی محسوب می‌گردند. از طرف دیگر سنتز ویروس‌کش‌ها در سال‌های اخیر نیز افق جدیدی را در راستای کنترل این عوامل بیماری‌زا ایجاد نموده است.

هر میزان اطلاعات موجود در مورد فعالیت‌های بیوشیمیایی میزبان و عامل بیماری‌زا افزایش می‌یابد و رابطه متقابل ساختمان شیمیایی مولکول‌های شیمیایی و نوع فعالیت‌های حیاتی این مولکول‌ها کشف می‌شود، انتخاب سموم مناسب و کارآمد نیز آسان‌تر می‌گردد. انتخاب مزبور به تحقیقات بنیادی در بیوشیمی و گیاه‌شناسی (بخصوص فیزیولوژی گیاهی) شدیداً وابسته است و به این وسیله می‌توان اطلاعات مربوط به اعمال بیوشیمیایی عامل بیماری‌زا و میزبان را کشف و اثر هر ماده شیمیایی را در

متابولیسم هر یک از آن‌ها تعیین نمود. در آینده ممکن است شیمیدان‌ها به همراه سایر متخصصین بر اساس دانش خود قادر به طراحی مولکول‌هایی باشند که بتوانند نیازهای بشریت در مقوله کنترل بیماری‌های گیاهی را منتفی نمایند. بدون شک کامپیوتر ابزاری مطمئن و مؤثر در جهت یافتن پدیده‌های جدید خواهد بود، زیرا طراحی مولکول‌های جدید و پیشرفته بر اساس نگهداری و تجزیه و تحلیل حجم بزرگی از اطلاعات خواهد بود که صرفاً از طریق به‌کارگیری کامپیوترهای پیشرفته امکان‌پذیر می‌باشد. با استفاده از مجموعه امکانات فوق، ساختمان مواد شیمیایی جدید به تدریج به ساختمان مولکول‌های طبیعی نزدیک‌تر می‌شود. به عنوان مثال، آنتی‌بیوتیک‌هایی که علیه بیماری‌های گیاهی به‌کار می‌روند مانند استرپتومایسین (Streptomycin) و اکسی‌تتراسیکلین (Oxytetracyclin) و نیز قارچ‌کش اختصاصی والیدامایسین ـ آ (Validamycin-A) علیه بلاست برنج و همچنین نماتدکش آورمکتین (Avermectin) را می‌توان نام برد.

در سال‌های اخیر، به‌کارگیری تعدادی از مواد شیمیایی در جهت ایجاد مقاومت‌های اکتسابی با استفاده از سیستم‌های ایمن‌سازی گیاه به شدت مورد توجه قرار گرفته است. بسیاری از محققین دریافته‌اند که با تزریق عصاره عامل بیماری‌زا و یا آلوده نمودن گیاه با میکروارگانیسم‌های خاص، سیستم دفاعی گیاه به‌کار افتاده و گیاه مورد نظر از عوارض ناشی از عوامل بیماری‌زا مصون می‌ماند. به عنوان مثال، مشخص شده که فوستیل آلومینیم (Fosetyl-Al) قادر است سیستم ایمنی گیاهان را تحریک نماید، به‌طوری که گیاه میزبان تولید فیتوآلکسین نموده و به این وسیله از تهاجم قارچ‌های اوومیست (Oomycetes) در امان می‌ماند. البته دانش بشری در رابطه با تحریک‌کننده‌های مزبور نسبتاً اندک است، لذا تحقیقات وسیع‌تری باید در جهت شناسایی آن‌ها انجام شود.

ساختن یک ماده شیمیایی از مرحله تولید تا به‌کارگیری و ثبت رسمی، معمولاً هفت الی نه سال به طول می‌انجامد. به همین دلیل سموم انتخاب شده باید بر طیف وسیعی از عوامل بیماری‌زای مهم و عمومی که خسارت‌های اقتصادی قابل توجهی وارد می‌نمایند، مؤثر باشند. بعد از انتخاب هر ترکیب شیمیایی، اثرات آن بر طیف وسیعی از موجودات، چگونگی و طرز عمل آن، سطوح حفاظت کنندگی و معالجه کنندگی و نیز اثرات چرخش سم در گیاه در شرایط آزمایشگاه بررسی، سپس در مزارع تحقیقاتی کوچک و در مرحله بعد در شرایط مزرعه و با مقیاس وسیع آزمایش می‌شود. پس از آزمایشات فوق، اثرات بیولوژیکی سموم در مقایسه با سموم استاندارد قبلی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. گیاه‌سوزی، مقدار سمیت آن برای موجودات زنده، باقیمانده سموم در گیاهان، وسایل ایمنی لازم نیز مورد توجه و تحقیق قرار می‌گیرند و در صورت وجود برتری بر مواد مشابه قبلی، جهت تولید تجاری در سطح وسیع سرمایه‌گذاری صورت می‌گیرد. بعد از معرفی هر سم، انجام تحقیقات در جهت مدیریت به‌کارگیری آن

نیز الزامی است، زیرا مهم‌ترین مسأله بعد از به‌کارگیری هر سم، پیدایش پدیده مقاومت در عامل بیماری‌زا می‌باشد. طبیعی است چنین تلاش‌هایی که با صرف میلیون‌ها دلار و سال‌ها وقت همراه است، زمانی می‌تواند کاملاً مفید باشد که شرکت‌های فرموله کننده سموم در جهت یافتن مواد شیمیایی جدید سرمایه‌گذاری نمایند. به نحوی که مواد عرضه شده بتوانند در گیاه پراکنده شده و با تحریک سیستم دفاعی میزبان آن‌را به دفاع در مقابل عوامل بیماری‌زا تحریک نماید. نکته تأسف‌انگیز اینکه، تاکنون صاحبان صنایع شیمیایی و شرکت‌های سم‌سازی در تعقیب چنین اهدافی نبوده و اغلب کوشش آن‌ها این بوده است که با انجام تبلیغات فراوان، فروش خود را افزایش دهند و به نظر می‌رسد که آلودگی‌های زیست محیطی و اثرات مخرب ترکیبات شیمیایی روی موجودات غیر هدف برای آن‌ها چندان نگران کننده نیست.

فصل پانزدهم

کنترل شیمیایی بیماری‌های گیاهی

۱-۱۵ تاریخچه

قارچ‌کش‌ها (Fungicides) به عنوان عوامل مهم و کارآمد در محافظت از گیاهان در مقابل حمله قارچ‌ها از سال‌های بسیار دور به‌کار گرفته می‌شدند. در این میان و بر اساس گزارش Homer شاعر یونانی، گوگرد از هزار سال قبل از میلاد مسیح به عنوان یک ماده ضدعفونی کننده به‌کار می‌رفت. Ramnant در سال ۱۶۳۷ میلادی، ضدعفونی بذر گندم را برای اولین بار توصیه نمود. در سال ۱۷۰۵ میلادی Homberg توصیه نمود تا چوب کشتی‌ها به‌وسیله کلرید جیوه (HgCl) محافظت شود. در سال ۱۷۱۶ میلادی در آمریکا قانونی به تصویب رسید که طی آن صاحبان کشتی‌ها موظف شدند کف کشتی‌های خود را به‌وسیله چربی و موم علیه پوسیدگی قارچی اندود نمایند. Tull و Tillete در سال ۱۷۳۳ توصیه نمودند تا بذرهای گندم با استفاده از آب نمک و آب آهک علیه سیاهک پنهان گندم ضد عفونی شوند. Schulthess در سال ۱۷۶۱ میلادی و Tessier در سال ۱۷۸۳ گزارش کردند که ضد عفونی بذر گندم با استفاده از محلول سولفات مس ($CuSO_4$) موجب کاهش بیماری سیاهک گندم می‌شود. در سال ۱۸۰۷، Prevost بر اساس تحقیقات آزمایشگاهی گزارش نمود که محلول سولفات مس از تندش هاگ سیاهک پنهان گندم جلوگیری می‌کند. در سال ۱۸۱۵ میلادی مصرف کلرید روی ($ZnCl_2$) و در سال ۱۸۳۲ استفاده از کلرید جیوه جهت محافظت چوب کشتی‌ها توصیه شد و در سال ۱۸۳۸ قانونی نیز به همین منظور در آمریکا به تصویب رسید.

یکی از اولین آزمایش‌های قابل توجه و ثبت شده در مورد قارچ‌کش‌ها، در سال ۱۸۲۴ میلادی در انگلستان توسط Robertson انجام شد که سفیدک دروغی درختان هلو و انگور با استفاده از گوگرد گردپاشی شدند که عملیات مزبور اولین گردپاشی در طول تاریخ محسوب می‌شود. در سال ۱۸۳۳ میلادی، Kenrick آهک و گوگرد را در آب جوشانید و عصاره آن‌را برای کنترل سفیدک حقیقی انگور

به‌کار برد. Knight در سال ۱۸۳۴ میلادی توصیه نمود که مخلوط آهک و گوگرد علیه بیماری پیچیدگی یا لب شتری هلو به‌کار گرفته شود. در سال ۱۸۵۴، Cheever در نیویورک پیشنهاد کرد به این دلیل که سولفات مس علیه سیاهک گندم مؤثر است، بنابراین می‌توان آن‌را علیه سفیدک دروغی سیب‌زمینی در خاک نیز به‌کار برد، که گزارش فوق اولین گزارش در طول تاریخ در رابطه با ضدعفونی خاک می‌باشد. در سال ۱۸۴۵ میلادی شخصی به‌نام Moren پیشنهاد نمود که مخلوطی از نمک، آهک و سولفات مس علیه سفیدک دروغی سیب زمینی در خاک به‌کار گرفته شود. در سال ۱۸۴۶ در ولز انگلستان به این نکته اشاره شد که تعداد غده‌های پوسیده سیب‌زمینی در اثر ابتلا به بیماری سفیدک دروغی سیب‌زمینی در زمین‌های نزدیک به کوره‌های ذوب مس به مراتب کمتر از زمین‌های دورتر از کوره‌های مزبور بوده است که به این ترتیب به تأثیر ترکیبات مسی روی سفیدک مزبور پی برده شد. در سال ۱۸۵۰ میلادی روش جدیدی برای ضد عفونی غده‌های آلوده سیب زمینی در انبارها به‌کار گرفته شد. به این ترتیب که مقداری گوگرد خام در خارج از انبار و درون یک ظرف آهنی سوزانیده می‌شد و گاز ناشی از سوختن آن توسط لوله به درون انبار هدایت می‌گردید و عملیات مزبور در واقع اولین قارچ‌کش تدخینی مورد استفاده در طول تاریخ می‌باشد. در سال ۱۸۴۵، سفیدک حقیقی انگور (Plasmopara viticola) از آمریکا به اروپا وارد و به سرعت در سرتاسر تاکستان‌های اروپا پراکنده شد. در سال ۱۸۴۸، شخصی به‌نام Ducharter مصرف پودر گوگرد را علیه بیماری سفیدک سطحی انگور توصیه نمود. توصیه مزبور به حدی موثر بود که پودر گوگرد در مقیاس وسیعی علیه تمام سفیدک‌های حقیقی به‌کار گرفته شد و حتی امروزه نیز به عنوان یکی از کارآمدترین راه‌کارهای کنترل آفات در تاکستان‌ها محسوب می‌شود. در سال ۱۸۵۲ میلادی، Grison آهک و گوگرد را با یکدیگر جوشانید و عصاره رقیق شده آن‌را علیه سفیدک حقیقی انگور با موفقیت به‌کار برد. در سال ۱۸۶۱، Radclyffe ادعا کرد که چون سولفات مس در ضد عفونی بذر گندم علیه سیاهک مؤثر می‌باشد، بنابراین سفیدک حقیقی رز را نیز می‌تواند برطرف نماید و در نتیجه آن‌را علیه بیماری مزبور توصیه نمود، اما بعد از مدتی متوجه شد که توصیه آن موجب گیاه‌سوزی شدید می‌گردد و لذا پیشنهاد خود را منتفی نمود. سال ۱۸۸۲ سال مهمی در کنترل قارچ‌ها محسوب می‌شود، زیرا در این سال مخلوط بردو (Bordeaux Mixture) برای کنترل سفیدک دروغی مو گزارش شد. Millardet در سال ۱۸۸۳ در شهر بوردو فرانسه مشاهده کرد که انگورهای سمپاشی شده با مخلوطی از سولفات مس و آهک، در طول فصل رویش برگ‌های سالمی دارند اما برگ‌های سمپاشی نشده، بر اثر آلودگی به سفیدک داخلی از بین رفته و ریزش می‌کنند. ایشان طی تحقیقات وسیع‌تر خود در سال ۱۸۸۵، نتیجه گرفت که مخلوط سولفات مس و آهک به‌طور مؤثری بیماری سفیدک داخلی انگور را کنترل می‌نماید. مخلوط مزبور که به مخلوط بوردو معروف شد، یکی از بهترین و مؤثرترین قارچ‌کش‌ها در سراسر دنیا شناخته شد اما مصرف آن بعدها به دلیل خاصیت

گیاه‌سوزی محدود شد. Riehm در سال ۱۹۱۳، ضدعفونی بذرها با ترکیبات آلی جیوه‌ای را توصیه نمود و این روش تا دهه ۱۹۶۰ رواج داشت. اما به علت سمیت زیاد ترکیبات جیوه‌ای، تمامی آفت‌کش‌های جیوه‌ای از بازار مصرف خارج شدند. در سال ۱۹۳۲ برای نخستین بار در فرانسه از متیل بروماید (CH_3Br) به عنوان یک ماده تدخینی استفاده شد. در سال ۱۹۳۴ میلادی، تیرام (Thiram) به‌عنوان اولین قارچ‌کش دی‌تیوکاربامات (Dithiocharbamate) توسط Tisdale کشف و معرفی گردید و کشف مزبور باعث توسعه سایر قارچ‌کش‌ها مانند زینب، مانب، فربام و غیره در دهه ۱۹۴۰ شد. استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها برای اولین بار در سال ۱۹۵۰ در کنترل بیماری‌های گیاهی رایج شد اما مسائلی مانند عدم صرفه اقتصادی و نیز مقاومت میکروارگانیسم‌ها به این ترکیبات باعث عدم توسعه آن‌ها گردید. در سال ۱۹۶۵، کربوکسین (Carboxin) به عنوان اولین قارچ‌کش سیستمیک توسط Von Schmeling و Kulka سنتز و عرضه گردید و طی دهه ۱۹۷۰ تعداد بسیار زیادی قارچ‌کش سیستمیک معرفی شدند. امروزه شرکت‌های سم‌سازی در کشورهای مختلف، به تولید انبوه انواع قارچ‌کش‌های سیستمیک اقدام می‌کنند و در این رابطه هیچ‌گونه کمبودی احساس نمی‌شود.

۱۵-۲ محلول‌پاشی و گردپاشی گیاهان

ترکیبات ضد پاتوژن که به‌منظور گردپاشی یا محلول‌پاشی روی گیاهان مصرف می‌شوند، معمولاً برای کنترل بیماری‌های قارچی به‌کار می‌روند. اغلب قارچ‌کش‌ها و باکتری‌کش‌ها از نوع حفاظتی بوده، بنابراین پیش از ایجاد آلودگی باید در سطح گیاه وجود داشته باشند تا قادر به کنترل آلودگی باشند. حضور آن‌ها روی گیاهان اجازه جوانه‌زنی به اسپور قارچ‌ها را نمی‌دهد یا ممکن است اسپورهای در حال جوانه‌زنی را از بین ببرد. برخی قارچ‌کش‌های جدیدتر روی پاتوژن‌هایی که قبلاً روی برگ، میوه و ساقه وجود داشتند، اثر مستقیم دارند. برخی از قارچ‌کش‌ها مانند Dodin تا حدودی خاصیت سیستمیک دارند زیرا می‌توانند توسط بخشی از بافت برگ جذب شده و به‌طور داخلی به تمام نقاط برگ منتقل شوند. بعضی از قارچ‌کش‌ها مانند Benomyl، Thiabendazole، Carboxin و Metalaxyl کاملاً سیستمیک هستند و می‌توانند در داخل گیاه جابه‌جا گردند. تعدادی از قارچ‌کش‌های جدیدتر مانند Tridiamefon و Fenarimol ضد سنتز ارگوسترول می‌باشند و پس از ایجاد آلودگی‌های قارچی و حتی پس از اپیدمی شدن بیماری نیز قابل کاربرد هستند. تماس باکتری‌ها با آنتی‌بیوتیک‌ها (باکتری‌کش‌ها) ممکن است تکثیر آن‌ها را متوقف نموده و یا باعث مرگ آن‌ها شود. اغلب آنتی‌بیوتیک‌ها نیز سیستمیک می‌باشند.

معمولاً قارچ‌کش‌ها و باکتری‌کش‌هایی که به‌صورت محلول به‌کار می‌روند، کارایی بیشتری نسبت به گردها دارند، اما گردها در شرایط مرطوب بهتر به بافت‌های گیاهی مرطوب می‌چسبند. با توجه به نقش حفاظتی اغلب قارچ‌کش‌ها و باکتری‌کش‌ها، وجود آن‌ها در سطح گیاه پیش از استقرار پاتوژن یا جوانه‌زنی اسپورها ضروری می‌باشد، زیرا اسپورها برای جوانه زدن به یک لایه نازک آب یا رطوبتی نزدیک به حد اشباع اتمسفر نیاز دارند. به همین دلیل بهتر است محلول‌پاشی یا گردپاشی قبل یا سریعاً بعد از هر بارندگی انجام شود تا تأثیر آفت‌کش‌ها افزایش یابد. از طرف دیگر با توجه به اینکه اغلب قارچ‌کش‌ها و باکتری‌کش‌ها صرفاً موقعی مؤثر هستند که در تماس با پاتوژن باشند، لذا تمام سطح گیاه باید با پوشش کاملی از سم پوشانده شود تا حفاظت به‌طور موفقیت‌آمیز صورت گیرد. در این رابطه سرشاخه‌ها و میوه‌ها باید بیشتر از بافت‌های مسن سمپاشی شوند، به‌طوری که فاصله زمانی سمپاشی برگ‌های جوان 3 تا 5 روز و برای برگ‌های مسن 7 تا 14 روز می‌باشد که البته با توجه به نوع بیماری، دوره زندگی پاتوژن، دوام سم و فصل سمپاشی فواصل مزبور نیز قطعاً متفاوت می‌باشد.

۳-۱۵ وسایل محلول‌پاشی و گردپاشی

اولین محلول‌پاشی‌ها با فرو بردن دسته‌ای کاه بلند یا جارو به درون ظرف سم و پاشیدن آن روی شاخ و برگ گیاهان انجام می‌شد. از سال ۱۸۸۰ میلادی پیشرفت‌های سریع و قابل توجهی در ساختن تجهیزات سمپاشی حاصل گردید و سمپاش‌های دستی و انواع مختلف پمپ‌های سمپاشی به تدریج به‌کار گرفته شدند. در حال حاضر سمپاش‌های مختلفی از پمپ دستی گرفته تا سمپاش‌های بزرگ و چند ردیفه که در سمپاشی‌های مزارع و باغات به‌کار می‌روند، به بازار عرضه شده است. ارزشیابی نازل سمپاش‌ها و جنبه‌های تکاملی آن‌ها بخش مهمی از ارزیابی کیفیت سمپاش‌ها می‌باشد. نازل‌های اولیه جریان محلول سم را بدون هیچ‌گونه شکستگی به خارج هدایت می‌نمودند. اما نازل‌های امروزی شامل قطعات مختلفی هستند که محلول را به قطرات بسیار ریزی تبدیل و آن‌را به‌صورت یکنواخت روی سطح شاخ و برگ میزبان پخش می‌نمایند. در سال ۱۸۸۰ میلادی اولین نازل از نوع Cyclone توسط Barnard در آمریکا طراحی شد که در آن، محلول سم قبل از اینکه از سوراخ سمپاش خارج گردد در یک محفظه تحت فشار، حرکتی چرخشی یافته و سپس پاشیده می‌شد. این نازل توسط فردی فرانسوی به‌نام Vermorel که خود نیز سازنده سمپاش بود، تغییر شکل یافته و تکمیل شد تا از انعقاد مواد و گرفتگی سوراخ نازل جلوگیری شود.

هنگامی که زمان دقیق سمپاشی به عنوان یک عامل بسیار مهم در کنترل بیماری شناخته شد، احتیاج به سمپاش‌هایی که سریع‌تر و کامل‌تر عمل نمایند ضرورت یافت. بخش بزرگی از دلایل احیای گردپاشی

در سال ۱۹۱۵ مربوط به ماشین‌های گردپاش سبک و سریعی بود که به بازار عرضه شدند. در حدود سال‌های ۱۹۳۰، گردپاشی به وسیله هواپیما در مقیاس وسیع و به‌صورت کاملاً اقتصادی آغاز شد. در سال‌های اخیر پیشرفت‌های چشمگیری رخ داده است، به‌طوری که دستگاه‌های عرضه شده می‌توانند به‌صورت توأم و در یک زمان به دو شکل مه‌پاش و گردپاش عمل نمایند. در این رابطه، جریان هوای گردپاش به سمپاش انتقال می‌یابد تا محلول سم را به‌صورت مه با ذرات بسیار ریز روی گیاه منتقل نماید و همین عمل موجب می‌شود تا ذرات محلول سم بدون پدیده بادبردگی (Drift) باعث حمل ذرات گرد روی شاخ و برگ گردند. البته ترکیبی از قارچ‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها، مواد پخش کننده و چسباننده ممکن است با این روش به‌طور مؤثرتری به‌کار گرفته شوند.

۱۵-۴ مصرف سموم و آلودگی‌های محیط زیست

آلودگی یک تغییر نامطلوب در خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب، هوا و زمین می‌باشد که باعث به خطر افتادن سلامتی، بقا و فعالیت‌های انسان و سایر موجودات زنده می‌شود. آلودگی‌های محیط زیست شامل آلودگی‌های ناشی از سموم شیمیایی، احتراق مواد فسیلی، زباله‌های صنعتی و تشعشعات رادیواکتیو است که در این مختصر فقط به قسمت اول یعنی آلودگی‌های ناشی از سموم شیمیایی پرداخته می‌شود. زمانی که صحبت از محیط زیست به میان می‌آید، مجموعه محیط زیست طبیعی، محیط زیست مصنوعی یا شهری و محیط زیست اجتماعی مورد نظر است. اما بخش‌هایی که از طریق آلودگی‌های ناشی از سموم خسارت می‌بینند، اغلب محیط زیست طبیعی و محیط زیست مصنوعی می‌باشند. هدف از طرح آلودگی‌های محیط زیست به‌وسیله سموم شیمیایی آن نیست که کاربرد سموم را مردود بشماریم و در واقع چنین نظریه‌ای هرگز منطقی نمی‌باشد، زیرا سایر روش‌های مبارزه مانند مبارزه‌ی زراعی، مبارزه بیولوژیک و استفاده از ارقام مقاوم در حال حاضر از سرعت و قاطعیت مطلوب برخوردار نمی‌باشند. بلکه هدف این است که مشخص کنیم مصرف آفت‌کش‌ها باید معقول و با مطالعات همه‌جانبه صورت گیرد تا کمترین خسارت ممکن را به محیط زیست و موجودات غیر هدف وارد نمایند.

انتشار کتاب بهار خاموش توسط راشل کارسون، متفکران و دانشمندان را به فکر انداخت تا با استفاده از روش‌های تلفیقی، کاهش مصرف سموم را توصیه نمایند. حتی بعد از سال‌ها مطالعه، بسیاری از آلودگی‌های مواد سمی که وارد زنجیره‌های غذایی و محیط زیست می‌گردند، هنوز ناشناخته است و از طرف دیگر اثرات دراز مدت بسیاری از سموم نیز تاکنون بررسی نشده است. این مسأله زمانی حائز اهمیت است که درمی‌یابیم شرکت‌های چند ملیتی و بزرگ سازنده سموم، اثرات مخرب مواد شیمیایی را در کشورهای جهان سوم مورد مطالعه و ارزیابی قرار می‌دهند و در نقطه مقابل، نتایج مثبت آن‌را در

کشور خود به‌کار می‌گیرند. به‌طور کلی اثرات سموم شیمیایی به دو صورت پایدار و ناپایدار مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. سموم پایدار برای مدت طولانی به همان صورت مصرف شده در محیط باقی می‌مانند و تجزیه نمی‌شوند، اما سموم ناپایدار در مدت زمان نسبتاً کوتاه تجزیه می‌گردند و اثرات سمی آن‌ها از بین می‌رود. نکته جالب توجه اینکه، برخی از سموم بعد از تجزیه حتی به ترکیبات خطرناک‌تری تبدیل می‌شوند که برای انسان و جانوران بسیار خطرناک می‌باشند. به عنوان مثال، ترکیبات معدنی جیوه پس از کاربرد به ترکیبات آلی مانند متیل جیوه که بسیار سمی‌تر از ترکیبات معدنی است، تبدیل می‌شود. متیل جیوه وارد آب‌های اکوسیستم‌های مختلف شده و با گردش آب، محیط زیست را آلوده می‌نماید. این ماده در بدن ماهی‌ها تجمع می‌یابد و وقتی انسان از این نوع ماهی‌های آلوده تغذیه می‌کند، دچار مسمومیت شدید می‌شود.

برخی از متخصصین سم‌شناس معتقد هستند که شیوع روزافزون انواع سرطان‌ها بستگی مستقیم و غیرمستقیم به وجود آفت‌کش‌های مختلف در محیط زیست دارد. عده‌ای حتی از آن فراتر می‌روند و معتقد هستند که وجود مواد شیمیایی فراوان در محیط زیست باعث ناراحتی‌های ژنتیکی و روانی انسان می‌گردد. اگرچه هنوز برای اثبات این ادعاها دلایل کافی و مبرهن ارائه نشده است، اما بدون شک بسیاری از عوارض ناشناخته موجود در انسان‌ها ناشی از مصرف بی‌رویه سموم شیمیایی می‌باشد.

مواد سمی که به محیط اضافه می‌شوند از طریق هوا و خاک جذب گیاهان می‌شوند و اغلب این مواد توسط آب به گردش افتاده و وارد چاه‌ها، رودخانه‌ها، منابع آب شهری، دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها می‌گردند و از طریق مصرف این آب‌های آلوده وارد زنجیره غذایی موجودات زنده از جمله انسان می‌شوند. اگر به هرم توده زنده (Biomass) و پله‌های آن دقت نماییم، مشاهده می‌گردد که از تولید کننده به مصرف کننده، جثه افراد بزرگ‌تر اما تعداد آن‌ها کمتر می‌شود. وقتی مواد سمی به محیط اضافه می‌شوند، ابتدا به وسیله تولید کنندگان (قاعده هرم) جذب می‌گردند. به عنوان مثال، موجوداتی از قبیل فیتوپلانکتون‌ها مقدار فراوانی از این مواد سمی را جذب می‌کنند اما چون تعداد آن‌ها در اکوسیستم بسیار فراوان است، لذا غلظت مواد سمی در بدن هر یک از آن‌ها بسیار پایین می‌باشد. با تغذیه ماهی‌ها از فیتوپلانکتون‌های مزبور که دارای غلظت‌های پایینی از مواد سمی در بدن خود هستند، تجمع مواد سمی در بدن ماهی‌ها افزایش می‌یابد. در مرحله بعد که پرندگان یا انسان از ماهی‌های آلوده تغذیه می‌کنند، مواد سمی وارد بدن آن‌ها می‌گردند و بتدریج و البته گاهی به سرعت آن‌ها را مسموم می‌نمایند. اگرچه غلظت سموم مختلف در اکوسیستم‌های مختلف اندازه‌گیری نشده است، اما تحقیق جالبی که روی سم د.د.ت (D.D.T) در سال ۱۹۶۷ انجام شده است می‌تواند خطرات ناشی از آفت‌کش‌های مختلف در انواع اکوسیستم‌ها را به‌طور روشن‌تری بیان نماید (جدول ۱-۱۵).

جدول ۱-۱۵ مقدار د.د.ت موجود در بدن جانوران مختلف در اکوسیستم دریاچه Clear آمریکا (اقتباس از Nash and Woolson, 1967).

ردیف	محیط مورد نظر	مقدار سم (د.د.ت) موجود بر حسب ppm
۱	آب	0.00005
۲	پلانکتون	0.4
۳	ماهی	0.23
۴	ماهیان ماهی‌خوار	1.23
۵	پرندگان ماهی‌خوار	22.8

بر اساس بررسی‌های انجام شده روی موجودات جدول ۱-۱۵، د.د.ت در بدن پلانکتون‌ها در سطحی معادل 265 برابر غلظت آن در محیط آب تراکم داشت. همچنین تراکم آن در بدن ماهی‌ها 500 برابر، در بدن ماهی‌های شکارچی بزرگ جثه 75000 برابر و در بدن پرندگان ماهی‌خوار 80000 برابر مقدار آن در آب دریاچه بوده است. به این ترتیب مشاهده می‌گردد که غلظت د.د.ت در پله‌های بالاتر هرم به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد و با توجه به اینکه انسان نیز می‌تواند در رأس هرم مزبور قرار داشته باشد، لذا اهمیت و خطرات موضوع به وضوح به اثبات می‌رسد. همچنین پژوهش فوق بیان کننده این واقعیت است که 25% از کل د.د.ت مصرف شده در دنیا، در آب اقیانوس‌ها تجمع یافته است. ترکیبات کلره (با دوام طولانی) و ترکیبات جیوه و کاربامات (با دوام متوسط) که در ساختمان بسیاری از قارچ‌کش‌های رایج به‌کار گرفته می‌شوند، توسط آب آبیاری جاری شده و به نزدیک‌ترین رودخانه یا سایر منابع آبی وارد می‌شوند یا ممکن است به زمین نفوذ نموده و وارد سفره‌های آب‌های زیر زمینی گردند.

با پیشرفت علوم کشاورزی و افزایش روزافزون مصرف سموم شیمیایی و نیز کودهای شیمیایی، بخش‌های کشاورزی نیز به یکی از منابع آلاینده محیط زیست تبدیل شده‌اند. به عنوان مثال، در سال ۱۳۵۵، در استان گیلان حادثه مهمی اتفاق افتاد که زنگ خطر را به صدا درآورد. حادثه مزبور به مرگ میلیون‌ها ماهی در رودخانه پیربازار مربوط می‌شد. شاید مرگ میلیون‌ها ماهی مانند مرگ انسان‌ها فاجعه به شمار نیاید، اما یک هشدار جدی در رابطه با افزایش آلودگی محیط زیست محسوب می‌گردد. شاید مرگ ماهیان این مزیت را داشت که مسئولان را متوجه این واقعیت نماید که محیط زیست بخصوص در شمال ایران که مصرف سموم در آنجا به دلیل وسعت اراضی کشاورزی فراوان‌تر از سایر مناطق کشور است، به شدت آلوده شده است و مسئولان کشور باید برای این مسأله مهم راهکار کارآمدی بیندیشند. به عبارت دیگر، آلودگی محیط‌های آبی فقط ماهیان رودخانه‌ها را تهدید نمی‌کند، بلکه زندگی ساکنان اطراف رودخانه‌ها نیز به‌طور جدی به مخاطره می‌افتد.

فصل شانزدهم

قارچ‌کش‌ها و طبقه‌بندی آن‌ها

۱-۱۶ ویژگی‌های قارچ‌کش‌ها

در میان انواع مواد شیمیایی مورد استفاده در کنترل بیماری‌های گیاهی، قارچ‌کش‌ها بیشترین کاربرد را دارا می‌باشند. به همین دلیل قارچ‌کش‌ها باید دارای خصوصیات خاصی باشند تا علاوه بر تأثیر مطلوب روی عوامل بیماری‌زا، فاقد اثرات نامطلوب و مخرب روی گیاهان میزبان و نیز محیط زیست باشند. مهم‌ترین ویژگی‌های یک قارچ‌کش مطلوب و مناسب شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- در مقدار یا دز توصیه شده روی پاتوژن مورد نظر مؤثر باشد.

۲- در دز توصیه شده فاقد خاصیت گیاه‌سوزی باشد.

۳- فاقد سمیت روی موجودات زنده غیر هدف مانند انسان و دام باشد.

۴- سنتز آن به سهولت امکان‌پذیر باشد.

۵- به اندازه کافی روی گیاه ثبات داشته باشد و در شرایط انباری نیز قابلیت ماندگاری مطلوبی داشته باشد.

۶- قابلیت چسبندگی، پخش‌شوندگی و مقاومت در برابر شرایط نامساعد اقلیمی مانند بارندگی‌های بی‌موقع را داشته باشد.

۷- با سایر مواد شیمیایی سازگار و قابل ترکیب باشد و در صورت ترکیب ایجاد گیاه‌سوزی نکند.

۸- در مقدار توصیه شده، باقیمانده سم روی گیاه به حدی باشد که مورد پذیرش و تأیید مراجع قانونی کشور باشد.

۹- اثرات نامطلوب مانند سرطان‌زایی، ایجاد جهش و ناقص‌الخلقگی روی انسان نداشته باشد.

۱۰- دارای قیمت مناسب باشد و استفاده از آن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

۱۱- موجب بروز و گسترش بیماری‌های دیگر نشود، به عبارت دیگر فاقد خصوصیت Latrogenic Diseases باشد (Latrogenic Diseases: پدیده‌ای است که بر اثر مصرف یک ترکیب شیمیایی روی پاتوژنی خاص، عوامل بیماری‌زای دیگر گسترش می‌یابد. به عنوان مثال کاربرد قارچ‌کش بنومیل در مزارع باعث کنترل Fusarium spp اما در عین حال باعث طغیان Pythium spp می‌شود).

۲-۱۶ طبقه‌بندی قارچ‌کش‌ها

قارچ‌کش‌ها بر اساس ترکیبات ساختمانی، چگونگی تأثیر بر عوامل بیماری‌زا، نحوه تأثیر بر گیاهان میزبان و روش به‌کارگیری، به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند. اغلب قارچ‌کش‌ها قبل از ورود عامل بیماری به بافت‌های میزبان و از طریق متوقف کردن فعالیت‌های رشد و پراکنش آن از آلوده شدن میزبان جلوگیری نموده و به این وسیله از گیاه میزبان محافظت می‌نمایند. البته تعداد محدودی از قارچ‌کش‌ها بعد از وقوع آلودگی نیز توانایی معالجه گیاه بیمار را دارا می‌باشند. بنابراین قارچ‌کش‌ها بر اساس اینکه میزبان خود را در مقابل عوامل بیماری‌زا محافظت می‌نمایند و یا آن‌را بعد از آلوده شدن معالجه می‌کنند، به دو گروه محافظت کننده (Protectant) و معالجه کننده (Curative) یا Eradicant تقسیم می‌شوند. محافظت از طریق جلوگیری از تولید مثل و ممانعت از افزایش جمعیت عامل بیماری‌زا، قبل از آلوده شدن میزبان انجام می‌گیرد. اما معالجه از طریق تأثیر سم بر اندام‌های رویشی و تولید مثلی و نیز مرحله زمستان‌گذران آن داخل بافت‌های میزبان و بعد از نفوذ به بافت میزبان صورت می‌گیرد. قارچ‌کش‌های معالجه کننده به Chemotherapeutant نیز موسوم هستند زیرا بیماری خاصی را پس از ظهور علائم آن درمان (Therapy) می‌کنند. تأثیرپذیری سموم معالجه کننده به دو عامل مهم زیر بستگی دارد:

الف- طول دوره به‌کارگیری قارچ‌کش بعد از نفوذ عامل بیماری‌زا به درون بافت‌های میزبان.

ب- مدت زمانی که سم برای معالجه به‌کار گرفته می‌شود، به‌طوری که هر چه زمان به‌کارگیری سم، به زمان نفوذ عامل بیماری‌زا به داخل گیاه نزدیک‌تر باشد، تأثیر سم شدیدتر و مطلوب‌تر خواهد بود.

با در نظر گرفتن غلظت، سموم به‌کار گرفته شده ممکن است اثر محافظتی یا معالجه کنندگی داشته باشند و به عنوان یک اصل کلی، موادی که به عنوان معالجه کننده به‌کار گرفته می‌شوند، باید دارای غلظت بیشتری باشند. اثر معالجه کنندگی ممکن است از طریق تأثیر مستقیم سم روی عامل بیماری‌زا

یا به‌صورت غیر مستقیم و از طریق خنثی نمودن اثرات مخرب مواد مترشحه توسط عامل بیماری‌زا و نیز به‌صورت افزایش مقاومت گیاه میزبان در مقابل عامل بیماری‌زا باشد.

بعد از به‌کارگیری سموم روی گیاهان میزبان دو حالت مختلف اتفاق می‌افتد. به‌طوری که، سم یا فقط با سطح گیاه تماس می‌یابد و در نتیجه از طریق تماس مستقیم با عامل بیماری‌زا عمل می‌کند یا اینکه توسط گیاه جذب شده و در سیستم آوندی گردش می‌نماید. سموم گروه اول به قارچ‌کش‌های تماسی (Contact Fungicides) موسوم بوده و اغلب قارچ‌کش‌ها نیز در این گروه جای دارند. از گروه قارچ‌کش‌های تماسی می‌توان به ترکیبات گوگرددار، ترکیبات مسی و مشتقات دی‌تیوکاربامات‌ها (Dithiocarbamates) اشاره نمود. البته بعضی از قارچ‌کش‌های تماسی مانند تیرام ممکن است به‌صورت موضعی در بافت میزبان نفوذ نموده و موجب نابودی عوامل بیماری‌زایی که در عمق پوسته بذر هستند، بشوند. ویژگی پایداری در ترکیبات تماسی، به مدت زمانی که این ترکیبات در سطح گیاه میزبان به‌صورت فعال باقی می‌مانند، اطلاق می‌گردد که قطعاً تابع شرایط آب و هوایی است. اما سموم گروه دوم یا سموم نفوذی، ترکیباتی هستند که توسط گیاه جذب شده و در گیاه به گردش درمی‌آیند. سموم نفوذی در غلظت مؤثر نباید به گیاه میزبان خسارت وارد نمایند اما باید قادر باشند عاملی که به درون بافت‌های میزبان نفوذ نموده است را حذف کرده و از گسترش آن به سایر مناطق گیاه جلوگیری نمایند. باید توجه نمود که در برخی موارد، ترکیبات اصلی سموم نفوذی علیه عامل بیماری‌زا موثر نبوده و تجزیه این مواد به ترکیبات ثانویه در بافت‌های میزبان موجب فعال شدن آن می‌شود. پایداری سموم نفوذی در درجه اول به چگونگی و طبیعت متابولیسم آن‌ها در بافت‌های میزبان بستگی داشته و در درجات بسیار کمتر به شرایط آب و هوایی وابسته می‌باشد.

روش به‌کارگیری سموم، به ماهیت و طرز تأثیر آن‌ها بر عامل بیماری‌زا و گیاه محافظت شونده، خواص فیزیکی و شیمیایی سموم و چگونگی وضعیت عامل بیماری‌زا (منبع آلودگی و چگونگی پراکنش عامل) بستگی دارد. بر این اساس، سموم به ضدعفونی کننده‌های بذر (Seed Protectants)، ضدعفونی کننده‌های خاک (Soil Treating Fungicides)، ضد عفونی کننده‌های گیاهان در حالت خواب زمستانی (Fungicides For Treating Dormant Plants) و ضدعفونی کننده‌های گیاهان در حال فعالیت (Fungicides For Treating Vegetating Plants) تقسیم می‌گردند. محافظت کننده‌های بذر، مواد شیمیایی هستند که در جهت محافظت گیاهان از طریق ضد عفونی بذر به‌کار گرفته می‌شوند. این مواد برای کنترل بیماری‌هایی کاربرد دارند که منبع اولیه آن‌ها عوامل خاکزاد یا عوامل بذرزاد بیماری می‌باشند. ضد عفونی کننده‌های خاک، موادی هستند که جهت ضد عفونی خاک و کنترل میکروارگانیسم‌های مضر به خاک افزوده می‌شوند. این سموم بخصوص برای مصرف در گلخانه‌ها توصیه

می‌شوند. ضد عفونی کننده‌های خاک باید به سرعت تبخیر شده و به‌صورت بخار درآیند یا به‌صورت گاز در خاک تزریق گردند. ضد عفونی کننده‌های گیاه در حالت خواب زمستانی، موادی هستند که از طریق تماس با عامل بیماری‌زا آن‌را حذف می‌نمایند. این مواد برای گیاهان در حال فعالیت (گیاه سبز) بسیار خطرناک بوده، لذا در اواخر پائیز یا در طول زمستان و حداکثر در اوایل بهار و قبل از باز شدن جوانه‌ها مصرف می‌گردند. ضدعفونی کننده‌های گیاه در حال فعالیت، موادی هستند که در طول دوره رشد گیاهان مصرف می‌شوند، اغلب آن‌ها محافظت کننده بوده و قبل از اینکه گیاه آلوده شود، به‌کار می‌روند. حداکثر زمان به‌کارگیری این سموم بلافاصله بعد از وقوع آلودگی است که از گسترش و نفوذ عامل بیماری‌زا در میزبان جلوگیری می‌نمایند.

۳-۱۶ مکانیسم عمل انتخابی و اختصاصی قارچ‌کش‌ها

۱-۳-۱۶ عملکرد انتخابی (Selectivity)

عملکرد انتخابی قارچ‌کش‌ها به این مفهوم است که یک قارچ‌کش بدون هرگونه تأثیر نامطلوب روی گیاه میزبان، بر عامل بیماری‌زا تأثیر کامل داشته باشد. تأثیر این گونه قارچ‌کش‌ها بر میگروارگانیسم‌های مختلف متفاوت می‌باشد. قارچ‌کش‌های غیرانتخابی (Non-selective Fungicides) دارای طیف اثر وسیع‌تری بوده و قارچ‌های مختلف را از بین می‌برند. این گروه از قارچ‌کش‌ها، علاوه بر عامل بیماری‌زا بر میزبان نیز تأثیر نامطلوب دارند و معمولاً در طول فصل زمستان و یا حداکثر در ابتدای بهار و قبل از باز شدن جوانه‌ها باید مصرف گردند. همچنین بعضی از این سموم مانند Nitrafen را می‌توان مدت‌ها قبل از کاشت بذر با خاک مزرعه مخلوط نمود. باید توجه داشت که اگر غلظت سموم انتخابی زیاد باشد، ممکن است موجب گیاه‌سوزی گردند (مانند ترکیبات مسی و ترکیبات گوگرددار). نکته حائز اهمیت اینکه اصول زندگی سلولی در گیاهان عالی، قارچ‌ها، و باکتری‌ها کم و بیش مشابه بوده و فقط تفاوت‌های بسیار اندکی در آن‌ها مشاهده می‌گردد و در واقع قارچ‌کش‌های انتخابی نیز از همین تفاوت‌های کوچک بهره می‌جویند و بر قارچ‌ها تأثیر می‌گذارند.

سطح خارجی دیواره سلولی قارچ‌ها از استیل گلوکزامین (Acteyl-glucosamine) و سطح خارجی سلول‌های گیاهان عالی از سلولز پوشیده شده است. به همین دلیل موادی که موجب از بین رفتن استیل گلوکزامین می‌شوند، نقش مهمی در قارچ‌کش‌های انتخابی دارند. به عنوان مثال، آنتی‌بیوتیک Griseofulvuin قادر است از ساخته شدن مولکول‌های استیل گلوکزامین جلوگیری نماید. همچنین قارچ‌کش Quintozene قادر است از ساخته شدن ماده‌ای به‌نام هگزوزامین (Hexosamine) که در

ریسه‌های قارچ نوروسپورا (Neurospora) فراوان است، جلوگیری نموده و به همین دلیل می‌تواند قارچ مزبور را به‌صورت انتخابی کنترل نماید.

بعضی از قارچ‌کش‌ها که دارای ماده‌ای به‌نام سولفونامید (Solphonamide) هستند، فقط علیه قارچ‌های انگل اجباری مؤثر می‌باشند. ماده سولفونامید می‌تواند وارد چرخه غذایی انگل‌های اجباری شود و از آنجایی که در چرخه غذایی میزبان هیچ‌گونه نقشی ندارند، لذا می‌تواند به عنوان یک قارچ‌کش انتخابی علیه انگل‌های اجباری به‌کار گرفته شود.

سیستم‌های آنزیمی گیاهان عالی و قارچ‌ها موارد مشترک فراوانی دارند. به همین دلیل قارچ‌کش‌هایی که از طریق تاثیر بر سیستم‌های آنزیمی عمل می‌کنند، روی قارچ و گیاه میزبان به روش مشابهی اثر می‌گذارند. قارچ‌کش‌های انتخابی که بر سیستم‌های آنزیمی قارچ ها تأثیر می‌گذارند، از طریق تجمع فراوان در بافت‌های قارچ موجب توقف متابولیسم آن می‌گردند در حالی که قادر به تجمع فراوان در سلول‌های گیاه میزبان نمی‌باشند. دلیل این مسأله وجود تفاوت در مقدار چربی موجود در سلول‌های قارچ و گیاه میزبان است. پوشش مومی سطح برگ، پوست خارجی بذر و پوشش خارجی سطح ریشه از نفوذ مواد شیمیایی به درون سلول‌ها جلوگیری می‌نمایند و به این وسیله آن‌ها را از نفوذ مواد خارجی حفظ می‌کنند، اما اغلب عوامل بیماری‌زا فاقد چنین سیستم محافظتی هستند. به عنوان مثال، جذب گوگرد توسط پوشش خارجی اوردوسپور زنگ لوبیا نسبت به پوشش خارجی برگ میزبان (لوبیا) پنج برابر بیشتر است. همچنین تأثیر قارچ‌کش‌ها روی گیاهان بر حسب جنس، گونه و حتی ارقام مختلف یک گیاه متفاوت می‌باشد.

۲-۳-۱۶ عملکرد اختصاصی (Specificity)

عملکرد یا اثر اختصاصی یک قارچ‌کش به این مفهوم است که آیا قارچ‌کش فقط بر گروه خاصی از قارچ‌ها تأثیر می‌گذارد یا طیف وسیعی از قارچ‌ها را کنترل می‌نماید. برخی قارچ‌کش‌ها فقط بر تعدادی از گونه‌های یک جنس تأثیر می‌گذارند، در حالی که تعدادی دیگر بر طیف وسیعی از قارچ‌های مختلف مؤثر می‌باشند. به عنوان مثال، ترکیبات مس علیه اغلب سفیدک‌های دروغی، هگزاکلروبنزن (BHC) علیه سیاهک پاکوتاه و نیز سیاهک مخفی و دیکلوفلوانید (Dichlofluanid) علیه پوسیدگی انگور، سفیدک حقیقی انگور و لکه سیاه سیب مؤثر هستند.

اختصاصی عمل کردن قارچ‌کش‌ها مربوط به تفاوت در جذب، تفاوت در انباشته شدن درون سلول و حذف خواص سمی قارچ‌کش (Detoxification) توسط سلول‌های ریسه است. به عنوان مثال، کربوکسین توسط قارچ‌های حساس به سرعت جذب می‌شوند اما قارچ‌های مقاوم فقط مقادیر بسیار

ناچیزی از آن‌را جذب می‌کنند. به عنوان یک اصل کلی، مقاومت قارچ‌ها نسبت به یک قارچ‌کش به دلیل عدم نفوذ و عدم جذب قارچ‌کش توسط دیواره سلولی ریسه و یا حذف خواص سمی آن قارچ‌کش و تبدیل آن به ماده‌ای غیر سمی می‌باشد. این تبدیل حالت معمولاً از طریق گروه‌های گوگرددار (مانند H_2S و SO_2) درون سلول صورت می‌گیرد. به عنوان مثال، قارچ معروف آسپرژیلوس (Aspergillus niger) که دارای مقادیر فراوانی از گروه‌های تیول (Thiol) است، نسبت به ترکیبات جیوه پایدارتر از قارچ‌های ریزوکتونیا (Rhizoctonia solani) و پی‌تیوم (Pythium ultimum) می‌باشد.

٤-۱۶ مبانی حیاتی کاربرد قارچ‌کش‌ها

بیماری‌های گیاهی با توجه به عوامل ایجاد آن‌ها به دو گروه واگیر و غیرواگیر تقسیم می‌شوند. بیماری‌های واگیر که توسط قارچ‌ها، باکتری‌ها، مایکوپلاسم‌ها، ویروس‌ها، نماتدها و انگل‌های گل‌دار به‌وجود می‌آیند، بعد از آلوده شدن هر میزبان به میزبان‌های دیگر سرایت نموده و در صورت عدم کنترل، بصورت همه‌گیری ظاهر می‌شوند. مبارزه با ویروس‌ها و مایکوپلاسم‌ها بسیار محدود بوده و فقط از طریق مصرف پرمنگنات پتاسیم و املاح برخی فلزات (جهت ضد عفونی بذرهای آلوده) یا مصرف آنتی‌بیوتیک‌های خاص علیه مایکوپلاسم‌ها امکان‌پذیر می‌باشد. اما بیماری‌های غیرواگیر به وسیله شرایط نامساعد آب و هوایی، خاک، تغذیه غیر عادی، تأثیر سوء مواد شیمیایی، عملیات زراعی و مکانیکی نامناسب ایجاد می‌گردند و از گیاهی به گیاه دیگر قابل سرایت نیستند.

مواد شیمیایی مصرفی غالباً به‌صورت قارچ‌کش‌ها و در سطوح کوچک‌تر به‌صورت باکتری‌کش‌ها عرضه می‌گردند. قارچ‌ها و باکتری‌ها توسط آب، باد، باران، حشرات و انسان (زمانی که گیاهان را به مناطق مختلف جابه‌جا می‌نماید) پراکنده می‌شوند. نفوذ عوامل بیماری‌زا به درون بافت‌های گیاهی، از طریق منافذ طبیعی یا از طریق زخم‌های ایجاد شده در بافت‌های گیاهی اتفاق می‌افتد. به عنوان مثال، عوامل سفیدک‌های پودری قادر هستند با ایجاد اندام‌های خاص، کوتیکول میزبان را سوراخ نموده و به بافت‌های آن نفوذ کنند و با تغذیه از بافت‌های میزبان باعث ایجاد خسارت شوند. در این حالت عامل بیماری‌زا در سطح میزبان وجود دارد و لذا به انگل خارجی (Exoparasite) موسوم است، اما در اغلب موارد عامل بیماری‌زا به درون بافت‌های میزبان نفوذ نموده و پس از توسعه، تمامی فضای سلول را اشغال می‌نماید که در این حالت انگل داخلی (Endoparasite) نامیده می‌شود. ورود عامل بیماری‌زا به درون سلول موجب توقف تمام فعالیت‌های آن می‌گردد و به همین دلیل است که اغلب اوقات سعی می‌شود تا از ورود عامل بیماری‌زا به درون بافت‌ها جلوگیری شده و از میزبان محافظت به عمل آید.

هدف اصلی در به‌کارگیری سموم، جلوگیری از آلوده شدن میزبان است. یکی از منابع اصلی آلودگی گیاهان زراعی یک‌ساله مانند غلات و گیاهان صنعتی، بذور آلوده می‌باشند که به این ترتیب اهمیت ضد عفونی بذرها با استفاده از ترکیبات مختلف ضد عفونی کننده بذر در زمان مناسب به اثبات می‌رسد. انتخاب و مصرف صحیح سم برای ضد عفونی بذر موجب کاهش جمعیت عوامل بیماری‌زا یا حذف کامل آن‌ها می‌گردد، در نتیجه در همان ابتدا از توسعه عوامل بیماری‌زا جلوگیری نموده و از سمپاشی‌های بعدی در طول دوره رشد گیاه به شدت می‌کاهد.

در گلخانه‌ها علاوه بر ضد عفونی بذر، خاک زراعی نیز باید ضد عفونی گردد. این مسأله موجب خواهد شد که مطمئناً گیاهچه‌های روئیده شده سالم و قوی بنیه باشند. نکته حائز اهمیت در پرورش گیاهان دائمی مانند درختان میوه، محدود نمودن منبع آلودگی است که می‌تواند در شاخ و برگ درختان، بقایای گیاهی آلوده و نیز منابع آلوده موجود در خاک وجود داشته باشد. حذف مرحله زمستان‌گذران عامل بیماری‌زا نیز از آلوده شدن گیاه بخصوص در ابتدای فصل رویش جلوگیری می‌نماید. در طول دوره رشد و نمو گیاه، ترجیحاً از قارچ‌کش‌های محافظتی استفاده می‌شود. انتخاب هر قارچ‌کش یا مخلوطی از چند قارچ‌کش باید با این هدف صورت گیرد که از کاهش محصول توسط عامل بیماری‌زا جلوگیری نماید. در استفاده از قارچ‌کش‌ها معمولاً بهترین نتیجه در استفاده از قارچ‌کش‌ها زمانی حاصل می‌گردد که قارچ‌کش‌های مختلف به تناوب مورد استفاده قرار گیرند. سمومی که خاصیت ریشه‌کنی (Eradication) دارند، معمولاً برای کنترل سفیدک‌های پودری مفیدتر هستند. از آنجایی که مدت زمان بقای سم در سطح گیاهان تحت تیمار معمولاً کوتاه بوده و گیاه نیز در حال رویش مداوم است، لذا تکرار سمپاشی در طول دوره رویش الزامی است. ذکر این نکته ضروری است که تکرار سمپاشی به‌وسیله یک قارچ‌کش معین بخصوص روی گیاهان دائمی موجب بروز مقاومت در عامل بیماری‌زا نسبت به آن قارچ‌کش می‌شود. لذا به منظور جلوگیری از کاهش تأثیر سموم توصیه می‌گردد که قارچ‌کش‌های متفاوت از گروه‌های مختلف انتخاب و مصرف گردند. همچنین به منظور جلوگیری از تراکم سم در محصولات برداشت شده توصیه می‌شود که سموم در غلظت‌های پیشنهادی و در تاریخ‌های توصیه شده به‌کار روند.

۱-۴-۱۶ دارو درمانی (Chemotrapy)

دارو درمانی اصطلاحی است که برای کنترل بیماری‌های گیاهی به وسیله یک ماده شیمیایی به‌کار گرفته می‌شود، به‌طوری که این ماده بعد از ورود عامل بیماری‌زا به درون میزبان و استقرار آن، بتواند عامل بیماری‌زا را از بین برده یا اثرات سوء آن را کاهش دهد. اصولاً هر ماده شیمیایی روی عامل

بیماری‌زا به یکی از روش‌های زیر اثر می‌گذارد.

۱- عامل بیماری‌زا را بعد از ورود به میزبان از بین می‌برد.

۲- از استقرار و ایجاد آلودگی توسط عامل بیماری‌زا جلوگیری می‌کند (لازم به توضیح است که جلوگیری از استقرار و ایجاد آلودگی توسط عامل بیماری‌زا با مسأله درمان گیاه بیمار متفاوت می‌باشد).

۳- مقاومت میزبان را در مقابل عامل بیماری‌زا افزایش می‌دهد.

اصطلاح دارو درمانی زمانی به‌کار برده می‌شود که عامل بیماری‌زا در حالی که وارد بافت‌های میزبان شده و در آن مستقر شده است، تحت تأثیر دارو درمانی و مصرف سم از بین رفته و میزان آلودگی کاهش یابد. در بیماری‌های گیاهی، مسأله بسیار مهم یافتن نقطه ضعف عامل بیماری‌زا و استفاده از آن نقطه ضعف در مبارزه علیه عامل مزبور می‌باشد که تجربیات شخصی نیز در این رابطه می‌توانند حائز اهمیت باشند. به عنوان مثال، محققی به‌نام Stoddard برای کنترل بیماری در بوته‌های شمعدانی آلوده به Fusarium sp. و یک نوع باکتری عامل پژمردگی، مخلوطی از استرپتومایسین و سولفات کینولینول را توسط آب آبیاری در اختیار بوته‌های میزبان قرار داد و مشخص گردید که شمعدانی‌ها به‌طور کامل معالجه شدند.

۵-۱۶ قارچ‌کش‌های تدخینی (Fumigants)

استفاده از قارچ‌کش‌های تدخینی به منظور ضدعفونی شاخ و برگ‌های آلوده فقط تحت شرایط خاصی مانند گلخانه‌ها و نیز برای ضد عفونی بسته‌های بذری دارای پوشش غیر قابل نفوذ امکان‌پذیر می‌باشد. در گلخانه‌ها از بخار گوگرد در کنترل برخی از بیماری‌های قارچی و بخصوص سفیدک‌های حقیقی استفاده می‌شود. روش بسیار قدیمی در استفاده از گوگرد به این ترتیب بوده که پودر گوگرد را در لوله‌هایی ریخته و آن‌را حرارت می‌دادند که این عمل موجب تماس بخار گوگرد با سطح گیاه می‌شد. به عنوان مثال، بیماری پوسیدگی خاکستری انگور (Botrytis spp) که یک بیماری انباری است، با استفاده از سوزانیدن گوگرد و ایجاد گاز دی اکسید گوگرد در مقیاس وسیع به راحتی کنترل می‌شد. همین روش در سال ۱۸۵۰ توسط Hays علیه سفیدک دروغی سیب زمینی به‌کار گرفته شد که چندان موفقیت‌آمیز نبود. البته امروزه با استفاده از صفحات الکتریکی مخصوص، این عمل را با سرعت و دقت بیشتری انجام می‌دهند و در مدت زمان کوتاه‌تری حجم وسیعی از گلخانه‌ها یا بسته‌های بذری را ضد عفونی می‌نمایند. یک مورد کاملاً موفقیت‌آمیز در به‌کارگیری قارچ‌کش‌های تدخینی اخیراً در استرالیا،

در خزانه تنباکو و علیه سفیدک دروغی (Pronospora tabacina) با استفاده از بخار بنزن و تولوئن به‌کار گرفته شد. پارادی‌کلروبنزن (Paradichlorobenzene) نیز به عنوان یک تدخین کننده مطلوب و مؤثر محسوب می‌گردد که در ایالات متحده کاربرد وسیعی دارد. امروزه گردهای قارچ‌کش‌های آلی در سطح وسیعی کاربرد پیدا کرده و جای قارچ‌کش‌های تدخینی قدیمی را گرفته‌اند.

۶-۱۶ قارچ‌کش‌های مورد استفاده در طول فعالیت گیاه

قارچ‌کش‌هایی که در طول فصل رویش گیاه مصرف می‌شوند، باعث حفاظت اندام‌های مختلف گیاهان در مقابل عوامل بیماری‌زا می‌گردند. با توجه به طرز عمل قارچ‌کش‌ها، چگونگی رفتار آن‌ها روی گیاه و خاصیت قارچ‌کشی آن‌ها، قارچ‌کش‌ها به چند گروه زیر تقسیم می‌شوند (جدول ۱-۱۶).

۱- **قارچ‌کش‌های تماسی- محافظتی:** علیه عوامل سفیدک‌های داخلی انگور، سیب‌زمینی، تنباکو، گوجه فرنگی و چغندر قند به‌کار گرفته می‌شوند. این گروه شامل ترکیبات غیر آلی مس، مشتقات دی‌تیوکاربامات‌ها، مشتقات فتالیک‌اسید (Phthalic Acids) و مشتقات دی‌تیانون (Dithianon) می‌باشد.

۲- **قارچ‌کش‌های تماسی- محافظتی و معالجه کننده:** علیه عوامل سفیدک‌های سطحی بخصوص سفیدک پودری انگور، سفیدک پودری سیب و سفیدک پودری کدوئیان که دارای ریسه‌هایی خارج از سطح میزبان هستند، به‌کار گرفته می‌شوند. این گروه از قارچ‌کش‌ها شامل ترکیبات غیر آلی گوگرد، مشتقات نیتراته فنل‌ها، FDN و Quinomethionate می‌باشند. این ترکیبات، طیف وسیع قارچ‌کشی داشته به علاوه، دارای خاصیت کنه‌کشی نیز می‌باشند. به عنوان مثال، قارچ‌کش EPTC دارای طیف وسیعی بوده و علاوه بر سفیدک‌ها، بر پوسیدگی خاکستری مو (Gray Mould) نیز مؤثر است. همچنین دو قارچ‌کش دودین (Dodine) و آنی‌لات (Anilat) دارای طیف اختصاصی مؤثری به ترتیب، علیه سفیدک حقیقی سیب و زنگ‌های غلات می‌باشند.

۳- **قارچ‌کش‌های سیستمیک:** این گروه از قارچ‌کش‌ها با توجه به ساختمان مولکولی، در گروه‌های مختلفی قرار گرفته‌اند. بیشترین پژوهش‌های کاربردی انجام شده در این قارچ‌کش‌ها مربوط به مشتقات بنزیمیدازول‌ها (Benzimidazol) می‌باشد که شامل بنومیل (Benomyl)، کاربندازیم (Carbendazim) و متیل تیوفانات (Thiophanate methyl) است. همچنین قارچ‌کش سیستمیک پیرازوفوس (Pyrazophos) علیه بسیاری از قارچ‌ها (به استثنای

اوومیست‌ها (Oomycetes) و نیز قارچ‌کش سیستمیک IBP (از مشتقات فسفوروتیوییک اسید، Phosphorothioic Acid) علیه پوسیدگی ساقه برنج مؤثر می‌باشند.

جدول ۱-۱۶ طبقه‌بندی قارچ‌کش‌های مورد استفاده در طول فعالیت گیاه.

طرز عمل قارچ‌کش	گروه قارچ‌کش با توجه به ساختمان شیمیایی	نام قارچ‌کش
تماسی - محافظتی	قارچ‌کش‌های حاوی مس	مخلوط بوردو، اکسی کلرور مس و نفتنات مس
	مشتقات دی‌تیو کاربامات‌ها	زینب، متیرام، پلی مارزین، کوپروزین و مانکوزب
	مشتقات فتالیک اسید	کاپتان و فولپت
	مخلوطی از مشتقات مسی و مشتقات دی‌تیو کاربامات‌ها	کوپروسان، میلتوکس و پلی‌کوم
	مواد مختلف	دی‌تیانون
تماسی - محافظتی و معالجه کننده	ترکیبات غیر آلی	گوگرد آسیابی، گوگرد کلوییدال و لایم سولفور
	مشتقات نیتراته فنل	دینوبوتان، دینوکاپ و بایناپاکریل
	ترکیبات مختلف	کینومتیونات، FDN، EPTC، دودین و آنیلات
سیستمیک	مشتقات بنزیمیدازول	بنومیل، کاربندازیم، متیل تیوفانات
	ترکیبات مختلف	پیرازوفوس وIBP

یکی از مشخصات مهمی که باید در مصرف قارچ‌کش‌ها روی گیاهان در حال رویش مورد توجه قرار گیرد، ترکیب دو تا شش قارچ‌کش و مصرف توأم آن‌ها می‌باشد. دلیل این مسأله را می‌توان در پایداری کوتاه مدت اغلب قارچ‌کش‌ها در سطح گیاه دانست که معمولاً بین 5 تا 25 روز می‌باشد و لذا جهت اطمینان از حفاظت گیاه توسط قارچ‌کش‌های به‌کار گرفته شده، سمپاشی در هر 5 تا 25 روز باید تکرار شود. اما با ترکیب قارچ‌کش‌ها با یکدیگر، دوام آن‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد و در نتیجه نیازی به تکرار سمپاشی‌ها در کوتاه مدت نیست.

انتخاب زمان دقیق سمپاشی نیز بسیار حائز اهمیت است. همچنان که پیشتر بیان شد، قارچ‌کش‌ها باید قبل از پیدایش آلودگی روی گیاه وجود داشته باشند یا حداقل بلافاصله بعد از ایجاد آلودگی به‌کار گرفته شوند تا بتوانند از گسترش آلودگی جلوگیری نمایند. زمانی می‌توان از تأثیر سموم به‌کار گرفته شده مطمئن بود که قارچ‌کش به‌صورت کاملاً یکنواخت سطح تمام اندام‌های گیاه را پوشانده باشد.

ته‌نشین شده و بهتر از حالتی است که محلول بوردو به‌صورت غلیظ تهیه و آنگاه با آب رقیق گردد. اضافه کردن دو لیتر شیر بدون چربی، خاصیت چسبندگی و تأثیر سم را افزایش می‌دهد. بهتر است مخلوط بوردو به اندازه مصرف روزانه تهیه گردد و در صورتی که مقداری از محلول سمی اضافه ماند، می‌توان به میزان یک در هزار ملاس چغندر به آن اضافه کرده و روز بعد از آن استفاده نمود. در حال حاضر پودر سولفات مس (Snow) همراه با پودر آهک آماده (Limate) در بازار عرضه می‌شوند. سنگ آهک ممکن است توأم با منیزیم و به‌صورت دولومیت باشد که در این صورت مصرف آن بدون اشکال است. هر دو پودر مزبور به مقدار معلوم در تانک مخلوط‌کن که دارای دستگاه بهم‌زن است، ریخته شده و مخلوط در زمانی کوتاه آماده می‌شود. اگرچه مخلوط اولیه بوردو شامل 15% سولفات مس ($CuSO_4\ 5H_2O$) و 8% آهک (CaO) بود، اما امروزه در غلظت‌های مختلفی تهیه می‌شود. در کشورهای غربی، فرمول‌های 4-4-50 و 5-5-50 که به معنای چهار پوند سولفات مس (هر پوند معادل 450 گرم) و چهار پوند آهک آماده و نیز 50 گالن آب (هر گالن معادل چهار لیتر) می‌باشد، جهت مصرف عرضه می‌گردند. مقدار مواد لازم بر مبنای 100 گالن آب به‌صورت 10-10-100 یا10-6-100 می‌باشد. در صورتی که مقدار آب در مقایسه با سولفات مس و آهک کمتر باشد، نسبت آن‌ها باید تصحیح شود. برای شاخ و برگ گیاهانی که به بوردو حساسیت دارند، محلول‌های رقیق‌تر توصیه می‌شود و نیز اگر عامل گیاه‌سوزی در مخلوط بوردو، آهک یا هیدروکسید کلسیم $Ca(OH)_2$ است، مقدار آن‌را می‌توان کاهش داد.

۲-۱-۱۷ محلول بورگوندی (Burgundy)

پس از پیدایش مخلوط بوردو در سال ۱۸۸۷، محلول دیگری با نام محلول بورگوندی توسط شخصی به‌نام Masson به بازار عرضه شد. ایشان با ایجاد تغییر در مخلوط بوردو و به‌کارگیری کربنات سدیم به جای آهک، محلولی جهت مبارزه با سفیدک دروغی انگور تهیه نمود که بعضی آن‌را به‌نام سودا - بوردو نیز نام‌گذاری نمودند. بر اساس گزارش Pickerring، فعل و انفعالات محلول بورگوندی برخلاف مخلوط بوردو کامل می‌باشد و رسوب هیدروکسیدمس به‌طور کامل ته‌نشین شده و هم‌زمان با آن pH محیط نیز خنثی می‌گردد. در این فرایند، رسوب آبی رنگی تشکیل می‌شود که در محیط خنثی شامل کربنات‌مس به‌صورت ($10CuO,\ 4CO_2$ یا $5CuO,\ 2CO_2$) و سولفات‌سدیم می‌باشد. گاز کربنیک حاصل با کربنات‌سدیم موجود ترکیب شده و آن‌را به بی‌کربنات تبدیل می‌کند. اگرچه اثر قارچ‌کشی محلول بورگوندی شبیه بوردو بوده و نیز خاصیت گیاه‌سوزی آن تا حدودی کمتر از بوردو گزارش شده است، اما

بورگوندی هرگز به شهرت و وسعت کاربرد بوردو نرسیده است.

۱۷-۱-۳ اکسی‌کلریدمس (Copper Oxychloride)

اکسی‌کلریدمس دارای سه فرمول مختلف شامل $Cu(OH)_2, CuCl_2, 3H_2O$، $3CuO, CuCl_2, 3H_2O$ و $CuO, CaCl_2, 3H_2O$ می‌باشد که هر یک از آن‌ها دارای 50% مس خالص می‌باشند و معمولاً به نسبت 3 تا 4 در هزار به‌کار می‌روند. مزیت اکسی‌کلریدمس بر مخلوط بوردو سهولت کاربرد و نیز اثرات منفی کمتر آن روی گیاه است. این ترکیب روی جانوران خونگرم، زنبور عسل و ماهی‌ها سمیت ندارد و همچنین با سایر قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌های خنثی یا کمی قلیایی سازگار است. اکسی کلرید مس به عنوان یک قارچ‌کش استاندارد و با این خصوصیت که به‌کارگیری آن نیز بسیار ساده می‌باشد، به عنوان یک قارچ‌کش مطلوب قابل توصیه است.

۱۷-۱-۴ سولفات‌مس ($CuSO_4, 5H_2O$)

سولفات‌مس یا کات کبود در قرن نوزدهم و نیز تا اوایل قرن بیستم کارآمدترین قارچ‌کش مورد استفاده در کنترل بیماری‌های گیاهی بود. سولفات مس به دلیل کاربرد در صنایع رنگرزی و چرم‌سازی به سهولت قابل دسترس می‌باشد. اگرچه کاربرد عمده سولفات مس در تهیه مخلوط بوردو و محلول بورگوندی است اما به تنهایی نیز برای ضد عفونی بذر غلات به‌کار می‌رود که در این رابطه، بذر برای مدت 20 تا 30 دقیقه در محلول 0.5% سولفات مس ضد عفونی می‌شود.

۱۷-۱-۵ کربنات‌مس

کربنات‌مس گرد آبی رنگی است که برای ضد عفونی بذر غلات به‌صورت خشک و به نسبت 2 تا 3 در هزار به‌کار می‌رود. مهم‌ترین موارد کاربرد آن علیه سیاهک پنهان گندم و سیاهک سخت جو می‌باشد.

۱۷-۱-۶ اکسید مس

اکسید مس به دو شکل اکسید کوئیوریک (CuO) به رنگ سیاه و اکسید کوئیورو یا اکسیدول (Cu_2O) به رنگ قرمز آجری وجود دارد. نحوه کاربرد آن مانند سایر ترکیبات مسی بوده و بخصوص در مبارزه علیه سفیدک دروغی سیب‌زمینی به نسبت 3 تا 4 در هزار به‌کار برده می‌شود.

۱۷-۱-۷ گرد AB

گرد AB مخلوطی از سولفات مس و کربنات مس می‌باشد که برای ضد عفونی بذر غلات به نسبت 2 تا 3 در هزار به‌کار می‌رود.

۱۷-۱-۸ ترکیبات مسی غیر محلول (Insoluble Copper)

محققی به‌نام Horsfall در سال ۱۹۳۲، ارزش CuO را در محافظت از بذر گیاهان گزارش نمود و خیلی زود معلوم شد که برای سمپاشی هوایی برخی گیاهان نیز می‌توان از خاصیت قارچ‌کشی آن استفاده کرد. در سال‌های بعد یکسری ترکیبات جدید تحت عنوان مس غیرمحلول به بازار عرضه شدند. تجربیات نشان داد که وجود آهک در محلول بوردو تا اندازه‌ای موجب ثابت بودن عنصر مس گردیده و تا حدودی نیز روی بعضی از گیاهان ایجاد گیاه‌سوزی می‌نماید. بر این اساس ترکیبات مس غیرمحلول که نیازی به آهک نداشتند و فاقد ویژگی منفی فوق بودند عرضه شدند. درصد مس در این مواد متغیر بوده و ارزیابی خاصیت قارچ‌کشی آن‌ها نسبت به یکدیگر بر اساس درصد مس تعیین می‌گردد. خاصیت قارچ‌کشی این گروه از ترکیبات کمتر از بوردو بوده و از طرفی استحکام و قدرت بوردو را نیز ندارند، اما از آن‌جایی که گیاه‌سوزی آن‌ها کمتر از بوردو می‌باشد، برای بسیاری از گیاهانی که نسبت به بوردو حساسیت دارند، مفیدتر بوده و به همین دلیل خاصیت قارچ‌کشی کمتر تحت تأثیر گیاه‌سوزی کمتر آن‌ها نادیده انگاشته می‌شود. بعضی از این ترکیبات به‌صورت محلول، برخی به‌صورت پودر و تعدادی نیز به هر دو شکل پودر و محلول مصرف می‌گردند. از ترکیبات مسی غیر محلول می‌توان Cupracide یا پرنوکس را نام برد که دارای اکسید مس می‌باشد.

۱۷-۲ مکانیسم تأثیر ترکیبات مسی

یون مس (Cu^{++}) در داخل سلول جایگزین فلزات دیگر می‌شود و فعالیت سلول را متوقف می‌نماید، اما در مورد ترکیبات محلول مس مانند کلرید مس و سولفات مس دریافتند که تأثیر مطلوبی روی اسپور قارچ‌ها دارند. به این جهت برخی محققین عقیده دارند که بعضی عوامل باعث تبدیل مس به کلرید، کربنات یا سولفات مس می‌شوند و این مواد هستند که روی سلول قارچی اثر می‌گذارند. برخی محققین ترشحات قارچی را برای این تبدیل مؤثر می‌دانند. اسپور برخی قارچ‌ها تولید اسید مالیک و برخی اسیدهای دیگر می‌نماید و این ترشحات اسپور قارچی باعث تبدیل شیمیایی ترکیبات مسی می‌شود. برخی دیگر از محققین معتقد هستند که خود گیاهان تحت تیمار ممکن است با ترشحات خود این

تبدیل را انجام دهند و عده‌ای دیگر نیز وجود CO_2 اتمسفر را برای تبدیل ترکیبات مس به بی‌کربنات‌مس ضروری می‌دانند. مقدار مس جذب شده توسط اسپور قارچ به ترکیبات مختلف مس بستگی دارد به‌طوری که برخی ترکیبات آسان‌تر و نیز به مقدار بیشتری جذب می‌شوند. همچنین بین مقدار مس جذب شده توسط اسپورها و قدرت قارچ‌کشی ترکیبات مس ارتباط وجود دارد. یون آزاد مس از جوانه‌زنی اسپور قارچ‌ها و نیز از افزایش جمعیت اغلب باکتری‌ها جلوگیری می‌کند. البته گاهی نیز رشد گیاهان را تحریک می‌کند و باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود.

۳-۱۷ محدودیت‌های به‌کارگیری ترکیبات مسی

مهم‌ترین عامل محدود کننده در به‌کارگیری مخلوط بوردو و نیز سایر ترکیبات مسی، خاصیت گیاه‌سوزی آن‌ها روی گیاهان مختلف و در برخی شرایط آب و هوایی می‌باشد. ترکیبات مس باید در زمان مناسب و قبل از توسعه بیماری به‌کار گرفته شوند. هدف از این نوع سمپاشی‌ها که به دلیل آبی رنگ بودن ترکیبات مس به سمپاشی آبی (Blue Spraying) موسوم هستند، حفاظت گیاه در زمان رشد رویشی آن می‌باشد. طول زمان محافظت در قارچ‌کش‌های مسی (غیر آلی) به زمان حضور و تداوم اثر آن‌ها در سطح پخش شده بستگی داشته و معمولاً بین 10 تا 20 روز متغیر است. ارقام، گونه‌ها و جنس‌های مختلف گیاهان ممکن است حتی در شرایط مساوی نسبت به یک ترکیب مسی حساسیت‌های متفاوتی نشان دهند. با توجه به اینکه ترکیبات مسی غیر آلی در طول دوره رشد گیاه ایجاد گیاه‌سوزی می‌نمایند، لذا توصیه می‌شود که قبل از زمان شکوفه‌دهی و در طول شکوفه‌دار بودن از ترکیبات آلی مس استفاده شود، زیرا موجب تحریک و عدم شروع رشد شکوفه‌ها، برگ‌ها و شاخه‌ها نخواهد شد. در زمان نزدیک به رسیدن میوه می‌توان از اکسی‌کلریدمس (Oxychloride Copper) استفاده نمود، زیرا گیاه‌سوزی آن کمتر از بوردو می‌باشد. ترکیب بوردو با سموم قارچ‌کش آلی مانند کاپتان یا سموم حشره‌کش مانند دیازینون و مالاتیون توصیه نمی‌شود.

ترکیبات مس علاوه بر خاصیت قارچ‌کشی دارای خاصیت باکتری‌کشی نیز می‌باشند و این خاصیت را در منابع زیرزمینی آب و خاک نیز حفظ می‌کنند. علیرغم اینکه مس یک عنصر کم مصرف می‌باشد، پراکندگی آن در طبیعت فراوان و ترکیبات مختلف آن نیز برای انسان و سایر جانوران خون‌گرم سمی است. مقدار 0.2 تا 0.5 گرم از املاح مس موجب تهوع و مقدار 1 تا 2 گرم آن کشنده است. املاح مس همچنین موجب تحریک غشای مخاطی دستگاه‌های گوارش و تنفس شده و ممکن است موجب خارش‌های موضعی پوست بدن نیز شوند. بنابراین اشخاصی که با سموم مسی کار می‌کنند، حتماً باید از وسایل محافظتی استفاده کنند، بخصوص سطح پوست بدن و روی چشم‌ها را بپوشانند و از ماسک‌های

تنفسی استفاده نمایند.

به منظور جلوگیری از متراکم شدن یون مس در محصولات باغی، مصرف قارچ‌کش حداقل 15 تا 20 روز قبل از برداشت باید متوقف گردد. لازم به توضیح است که حداکثر مقدار مجاز مس موجود در هوایی که سم در حال مصرف می‌باشد، معادل یک میلی‌گرم در متر مکعب از فضا، در منابع آب معادل 0.1 میلی‌گرم در لیتر و مقدار باقیمانده در سطح میوه معادل 5 میلی‌گرم در یک کیلوگرم میوه است.

فصل هجدهم

قارچ‌کش‌های گوگردی غیر آلی

گوگرد ساده‌ترین و پرمصرف‌ترین قارچ‌کشی است که علیه سفیدک‌های پودری به‌کار می‌رود. سابقه مصرف سموم گوگردی به هزاره قبل از میلاد مسیح مربوط می‌شود که به‌صورت گوگرد سوخته شده (SO_2) استفاده می‌شد. امروزه ترکیبات مختلفی از سموم گوگردی غیر آلی برای مبارزه با قارچ‌ها به‌کار می‌روند و حتی علاوه بر قارچ‌ها روی برخی حشرات مانند کنه‌ها و زنجره‌ها نیز مؤثر می‌باشند. یکی از مشکلات مهم استفاده از گوگرد، پدیده گیاه‌سوزی است. گوگرد در کمتر از 14 درجه سانتی‌گراد بخار نمی‌شود و در بالاتر از 35 درجه سانتی‌گراد در اغلب گیاهان ایجاد گیاه‌سوزی می‌نماید. نکته حائز اهمیت اینکه، در صورت بروز گیاه‌سوزی مقدار مصرف گوگرد را باید کاهش داد و نیز گوگردپاشی را هنگام غروب یا صبح زود انجام داد تا تصعید گوگرد با حرارت‌های بالا مصادف نشود. گوگرد علاوه بر سفیدک‌های پودری، برای مبارزه با زنگ گیاهان زینتی، زنگ غلات، پوسیدگی قهوه‌ای و در اندازه‌های بسیار کوچک، علیه لکه سیاه سیب و گلابی و نیز کنه‌ها کاربرد دارد.

۱-۱۸ تاریخچه پیدایش قارچ‌کش‌های گوگردی

استفاده از گوگرد و ترکیبات آن گام مهمی در مصرف قارچ‌کش‌ها بوده است. همچنان که قبلاً اشاره شد، گوگرد تنها قارچ‌کشی است که در مقیاس وسیع روی اندام‌های هوایی گیاهان پخش می‌گردد. در سال ۱۶۸۰، گردپاشی گوگرد علیه سفیدک‌های حقیقی کاملاً متداول اما علیه سایر بیماری‌ها مانند سفیدک‌های دروغی بسیار ناچیز بود. در سال ۱۹۰۵، سه محقق آمریکایی به‌نام‌های Beach، Parrot و Sirrine جوشانده گوگرد و آهک را که به لایم سولفور (Lime-Sulfur) معروف بود، علیه لکه سیاه سیب به‌کار گرفتند و آن‌را قارچ‌کشی موفق و کارآمد گزارش نمودند. همچنین بر اساس تحقیقات انجام شده در سال ۱۹۰۸ توسط Cordley از آمریکا، لایم سولفور یک ترکیب کاملاً مؤثر علیه لکه سیاه سیب بود و در عین حال خسارت بوردو بخصوص روی میوه سیب را نیز نداشت. به همین دلیل از آن تاریخ به بعد،

لایم سولفور نیز همگام با بوردو در مقیاس وسیع به‌کار گرفته شد.

۲-۱۸ انواع قارچ‌کش‌های گوگردی غیر آلی

۱-۲-۱۸ گل گوگرد

از تبخیر گوگرد در خلاء و سرد کردن آن در محوطه‌ای سرپوشیده، بلورهای ریزی به ابعاد 50 تا 80 میکرون به‌دست می‌آید که گل گوگرد نامیده می‌شود. وزن مخصوص ظاهری آن 0.5 می‌باشد و برای مبارزه با بیماری‌های زیر توصیه می‌شود.

۱- **سفیدک حقیقی مو (Uncinula necator)**: مبارزه با این بیماری در سه مرحله رشد گیاه میزبان به شرح زیر انجام می‌پذیرد. نوبت اول، موقع باز شدن جوانه‌ها به میزان 10 تا 15 کیلوگرم در هکتار. نوبت دوم، پس از ریخته شدن گلبرگ‌ها و بسته شدن جوانه‌ها به میزان 20 تا 30 کیلوگرم در هکتار. نوبت سوم ده روز بعد از نوبت دوم و به میزان 30 تا 40 کیلوگرم در هکتار.

۲- **سفیدک حقیقی خیار (Erysiph cichoracearum)**: مراحل زمانی مبارزه علیه این بیماری شامل موارد زیر می‌باشد. نوبت اول، همزمان با ظهور اولین لکه‌های سفید و به میزان 8 کیلوگرم در هکتار. نوبت دوم، همزمان با آغاز برداشت محصول و به میزان 12 کیلوگرم در هکتار. نوبت سوم، در اواسط برداشت محصول و به میزان 15 کیلوگرم در هکتار.

۳- **سفیدک حقیقی خربزه و هندوانه (Sphaerotheca fuliginea)**: مراحل زمانی مبارزه علیه این بیماری شامل موارد زیر می‌باشد. نوبت اول، بعد از بسته شدن میوه و به میزان 8 کیلوگرم در هکتار. نوبت دوم، یک ماه قبل از برداشت میوه و به میزان 12 کیلوگرم در هکتار. در مورد سفیدک هندوانه، هنگام گل‌دهی و به میزان 12 کیلوگرم در هکتار.

۴- **سفیدک حقیقی (سطحی) چغندر قند (Erysiphe betae = E. polygoni)**: مراحل زمانی مبارزه علیه این بیماری شامل موارد زیر می‌باشد. نوبت اول، به محض مشاهده اولین لکه‌های بیماری در پشت برگ‌ها و به میزان 20 کیلوگرم در هکتار، نوبت دوم، 20 روز بعد از نوبت اول و به میزان 20 کیلوگرم در هکتار.

۵- **سفیدک هلو (Sphaerotheca pannosa var. persicae)**: مراحل زمانی مبارزه علیه این بیماری عبارت است از: نوبت اول، بعد از ریخته شدن گلبرگ‌ها و تشکیل میوه‌ها و به میزان 30

کیلوگرم در هکتار. نوبت دوم حدود 10 روز بعد یعنی هنگامی که میوه‌ها به اندازه فندق شدند و به میزان 30 کیلوگرم در هکتار.

۶- **سفیدک حقیقی (سطحی) رز (Sphaerotheca pannosa var. rosae)**: مبارزه با این بیماری در سه نوبت شامل:

۱- موقع باز شدن کامل برگ‌ها

۲- 20 روز بعد از نوبت اول

۳- در اوایل شهریور انجام می‌شود و در هر نوبت به میزان 20 کیلوگرم در هکتار گل گوگرد مصرف می‌شود. لازم به توضیح است، در صورتی که از گل سرخ برای گلاب‌گیری استفاده می‌شود، هنگامی که غنچه‌ها به اندازه نخود شدند، از گردپاشی باید خودداری کرد.

۱۸-۲-۲ پودر گوگرد

در نیمه اول قرن نوزدهم، پودر گوگرد به عنوان یک قارچ‌کش علیه سفیدک‌های حقیقی به‌کار گرفته شد. در زمان حاضر با کوچک‌تر نمودن قطر ذرات گوگرد، خاصیت قارچ‌کشی آن‌را افزایش داده‌اند. با افزودن درصد بسیار اندکی از مواد همراه مانند کائولین یا سولفور بنتونیت، خاصیت به‌هم چسبندگی ذرات گوگرد را تا حد زیادی خنثی نموده‌اند. گوگرد به علت بخار شدن می‌تواند از یک فاصله معین هم مؤثر باشد. کوچکی ذرات گوگرد برای چسبیدن به سطح برگ و خاصیت قارچ‌کشی آن اهمیت بسیار زیادی داشته و در هر حال برای از بین رفتن قارچ‌های بیماری‌زا، تماس بین ذرات (یا بخار) گوگرد امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. در برخی شرایط، گوگرد ممکن است برای گیاهان میزبان خاصیت مسموم کنندگی داشته باشد و اثرات آن به‌صورت سوختگی، کوتولگی یا ریزش برگ‌ها ظاهر شود که در این رابطه بعضی از انواع طالبی حساسیت زیادی نسبت به گوگرد دارند. گوگرد در مقیاس وسیع برای کنترل سفیدک‌های حقیقی و نیز زنگ‌ها (مانند زنگ لوبیا) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۸-۲-۳ لایم سولفور (Lime-Sulfur)

زمانی که در ابتدای قرن نوزدهم، آهک و گوگرد با هم جوشانده شدند، خاصیت قارچ‌کشی آن به‌طور کامل کشف نشد و به همین دلیل مخلوط مزبور به عنوان یک حشره‌کش، در حمام گوسفندان به‌منظور ضد عفونی بدن دام‌ها به‌کار گرفته می‌شد. با کشف خاصیت گیاه‌سوزی بوردو در ابتدای قرن بیستم، لایم سولفور مجدداً مورد توجه قرار گرفت. مواد تشکیل دهنده اصلی این قارچ‌کش که به محلول کالیفرنی یا

سولفوکالسیک نیز موسوم است، شامل تیوسولفات‌کلسیم و پلی‌سولفیدکلسیم می‌باشد. بعد از اینکه لایم سولفور روی گیاه پاشیده شد، مقدار قابل توجهی از پلی‌سولفیدکلسیم به گوگرد آزاد تبدیل می‌شود. به عقیده بسیاری از محققین همین تغییر وضعیت موجب بروز خاصیت قارچ‌کشی آن می‌شود. لایم سولفور در شرایط آب و هوایی گرم باعث گیاه‌سوزی می‌شود، به‌طوری که برگ‌ها و میوه‌ها ممکن است دچار سوختگی شده و ریزش می‌کنند. بنابراین اگرچه لایم سولفور به عنوان یک قارچ‌کش مفید شناخته شده است اما مصرف آن خالی از اشکال نبوده و روی تعدادی از میزبان‌ها بخصوص سبزیجات نباید مورد استفاده قرار گیرد. این ترکیب برای مبارزه با لکه سیاه سیب و گلابی، پیچیدگی برگ هلو، بیماری‌های غربالی و مومیایی سیب و گلابی و سفیدک‌ها بسیار مفید می‌باشد و در گذشته نیز جهت مبارزه علیه پسیل سیب‌زمینی به فراوانی استفاده می‌شد. برای تهیه آن، 12 کیلوگرم آهک زنده، 14 کیلوگرم گل گوگرد و 100 لیتر آب را با یکدیگر مخلوط می‌نمایند. برای این منظور، 30 لیتر آب گرم و آهک را در یک ظرف چدنی مخلوط کرده و به این ترتیب آب آهک تهیه می‌شود. گوگرد مورد نیاز را با 30 لیتر آب به‌صورت خمیر درآورده و خمیر مزبور آهسته و به تدریج به آب آهک اضافه می‌شود. بقیه آب تا حجم 100 لیتر به مجموعه فوق افزوده می‌شود و محلول برای مدت یک ساعت جوشانده شده و سپس صاف می‌گردد. محلول تهیه شده برای مبارزه با بیماری‌های قارچی بخصوص در سمپاشی‌های زمستانه بسیار مؤثر بوده و با اغلب حشره‌کش‌ها نیز قابل ترکیب شدن می‌باشد.

نوع دیگری از لایم سولفور با نام Self-boiled Lime-Sulfur در سال ۱۹۰۸ توسط شخصی به‌نام Scott در ایالات متحده مورد توجه قرار گرفت. با توجه به خاصیت گیاه‌سوزی لایم سولفور روی میوه‌های هسته‌دار، ایشان روش جدیدی را در تهیه لایم سولفور توصیه نمود. برای این منظور، 8 پوند گرد گوگرد، 8 پوند آهک آماده و 50 گالن آب مورد نیاز می‌باشد. مقدار کمی از آب به آهک اضافه شده و زمانی که شکفته شدن آهک آغاز می‌گردد، گوگرد به آن افزوده شده و مخلوط به شدت به‌هم زده می‌شود. بعد از اتمام جوشاندن، بقیه آب به مخلوط فوق اضافه می‌گردد. مخلوط مزبور دارای خاصیت گیاه‌سوزی کمتری نسبت به لایم‌سولفور می‌باشد زیرا فعل و انفعالات لازم بین آهک و گوگرد به‌طور کامل انجام نمی‌شود. البته باید دقت نمود که مخلوط حاصل رنگ کهربایی (زرد) به‌خود نگیرد زیرا رنگ مزبور مربوط به پلی‌سولفیدها می‌باشد که اثر گیاه‌سوزی شدیدی دارند. لازم به توضیح است که اکنون گوگردهای قابل تعلیق در آب (وتابل) جای مخلوط فوق را گرفته و لذا لایم سولفور از بازار مصرف خارج شده است.

۱۸-۲-۴ گوگردهای قابل تعلیق در آب

این مواد یا به‌صورت خمیر و یا به‌صورت پودر تهیه می‌شوند و با توجه به خاصیت گیاه‌سوزی کمتر آن‌ها در مقایسه با لایم‌سولفور، به فراوانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این گروه، گوگرد شناور در آب وجود دارد که از طریق گاز سولفید هیدروژن که جزء مواد زائد در صنایع کک‌سازی می‌باشد، ساخته می‌شود. گوگرد قابل تعلیق در آب از طریق امولسیون نمودن و ریز کردن ذرات گوگرد مذاب تهیه می‌شود که در نهایت ذرات بسیار کوچک گوگرد ایجاد می‌شوند. ذرات مزبور را با موادی که کشش سطحی آب را کاهش می‌دهد (مانند Triton یا مویان) مخلوط می‌نمایند و جهت مصرف آن‌را به نسبت 2 تا 12 در هزار با آب مخلوط می‌کنند و روی گیاهان می‌پاشند. گوگرد میکرونیزه از آسیاب شدن گوگرد معدنی خالص به‌صورت بسیار نرم تهیه می‌گردد و قابل مقایسه با گوگرد شناور در آب می‌باشد. محصول دیگری که کولوفوگ (Kolofog) نام دارد، شامل 33% گوگرد و 66% بنتونیت است که دو ماده مزبور ابتدا با هم ذوب شده و سپس به‌صورت پودر درمی‌آیند. محصول دیگری که تحت عنوان کولوسپری (Kolospray) شناخته می‌شود، مخلوطی از 85% گوگرد بسیار نرم و 15% بنتونیت است. ترکیبات Cosan و Elosal نیز از دیگر گوگردهای وتابل موجود در بازار می‌باشند. گوگرد وتابل و گوگرد میکرونیزه فقط از لحاظ قطر ذرات با یکدیگر اختلاف دارند، به‌طوری که اندازه ذرات در گوگرد وتابل 10 میکرون اما در گوگرد میکرونیزه 3 تا 7 میکرون است.

۱۸-۳ موارد مصرف گوگرد

گوگرد یکی از مطلوب‌ترین و ارزان‌ترین قارچ‌کش‌ها برای تعدادی از قارچ‌های بیماری‌زاست. این ماده معدنی علاوه بر خاصیت قارچ‌کشی، روی کنه‌ها نیز اثر خوبی داشته و از طغیان آن‌ها جلوگیری می‌نماید. برای ضد عفونی انبارها و محصولات انباری نیز از گوگرد استفاده می‌شود که برای انجام این کار، مقدار 50 گرم گوگرد برای هر متر مکعب فضای انبار لحاظ گردیده و به مدت 24 ساعت روی آتش قرار داده می‌شود. به منظور نیل به نتایج موفقیت‌آمیز در ضد عفونی انبارها، لازم است تمام منافذ و روزنه‌های انبار به‌طور کامل مسدود گردند. بعضی از میزبان‌ها نسبت به گوگرد حساس هستند، بنابراین توصیه می‌شود، مقدار مصرف گوگرد کاهش یافته و در مقابل تعداد دفعات مصرف را افزایش دهیم. عوامل مؤثر در خاصیت قارچ‌کشی سموم گوگردی شامل درجه حرارت محیط، نوع میزبان و مقدار مصرف می‌باشد. درجه حرارت لازم برای به‌کارگیری گوگرد، بین 15 تا 26 درجه سانتی‌گراد بوده و مصرف آن در درجه حرارت‌های بالاتر از 35 درجه سانتی‌گراد ایجاد گیاه‌سوزی شدید در گیاه می‌نماید. لذا در چنین شرایطی عملیات گوگردپاشی باید در هوای خنک (صبح زود یا عصر) انجام گیرد یا می‌توان

با پخش آن در سطح زمین و در نتیجه مصرف غیرمستقیم، خطر گیاه‌سوزی را تا حد بسیار زیادی کاهش داد.

٤-١٨ مکانیسم اثر گوگرد

در رابطه با مکانیسم تأثیر گوگرد، سه تئوری به شرح زیر وجود دارد:

۱- **تئوری اکسیداسیون گوگرد:** بر اساس این تئوری، گوگرد اکسید می‌شود و به SO_2 و SO_3 تبدیل می‌گردد و ماده نهایی حاصل از فعل و انفعالات اکسیداسیون، پنتاتیونیک اسید (Pentathionic Acid) می‌باشد که روی قارچ هدف اثر می‌گذارد. اما با توجه به اینکه تحقیقات اخیر دانشمندان نشان داد که ترکیبات فوق خاصیت سمی چندانی روی قارچ‌ها ندارند، به این ترتیب تئوری مزبور امروزه فاقد اعتبار علمی می‌باشد.

۲- **تئوری احیاء گوگرد یا تئوری سولفید هیدروژن:** این تئوری در سال ۱۸۷۵ مطرح شد و بر اساس آن اعتقاد بر این بود که گوگرد با هیدروژن ترکیب می‌شود و گاز سولفید هیدروژن (SH_2) ایجاد می‌گردد. اما Yarwood در سال ۱۹۴۸ با افزودن پرمنگنات پتاسیم به محیط عمل و خارج کردن SH_2، ثابت کرد که ترکیب باقیمانده که فاقد SH_2 است همچنان دارای خاصیت قارچ‌کشی است که به این ترتیب تئوری احیاء نیز مردود شد.

۳- **تئوری اثر مستقیم گوگرد:** این تئوری متشکل از دو قسمت مختلف می‌باشد. یک قسمت آن مبنای فیزیکی دارد که در سال ۱۸۷۱ مطرح شد و بر اساس آن ذرات گوگرد به‌صورت ذره‌بین عمل می‌کنند و با تجمع نور و حرارت در کانون خود باعث مرگ سلول‌ها می‌شوند. قسمت دیگر این تئوری مبنای شیمیایی دارد، به‌طوری که بر اساس پژوهش‌های Horsefall و McCallan، اثر مستقیم گوگرد مبنای شیمیایی دارد که به‌صورت تماسی یا بخار گوگرد روی قارچ‌ها اثر می‌گذارد. بنا بر عقیده Horsefall، گوگرد در چربی‌ها به‌خوبی حل می‌شود و می‌تواند از غشای نیمه‌تراوای سیتوپلاسمی عبور نماید و وارد سلول شود که در این رابطه هرچه ذرات گوگرد ریزتر باشند، اثر آن‌ها نیز بیشتر و مطلوب‌تر خواهد بود. گوگرد در سیستم تنفس سلولی برای دریافت الکترون با اکسیژن رقابت می‌کند و اکسیژن را بین سیتوکروم b و سیتوکروم c دریافت می‌نماید. دکتر Owens در سال ۱۹۶۰ نیز معتقد است که فرم مولکولی S6 گوگرد است که در فرایند قارچ‌کشی تأثیرگذار می‌باشد، زیرا در تبدیل استات به سیترات مؤثر است و باعث بلوکه شدن و توقف فعل و انفعالات می‌شود.

۱۸-۵ مزیت‌های کاربرد سموم گوگردی غیر آلی

برای کنترل بیماری‌های قارچی بخصوص سفیدک‌ها از گوگرد و ترکیبات گوگردی استفاده می‌شود که این ترکیبات دارای مزایایی به شرح زیر می‌باشند:

۱- تاکنون هیچ قارچی در مقابل این قارچ‌کش‌ها مقاوم نشده است.

۲- داخل کشور به فراوانی یافت شده و بسیار ارزان هستند.

۳- با اغلب قارچ‌کش‌ها قابلیت ترکیب شدن دارند.

۴- برای انسان و دام بدون خطر می‌باشند.

۵- اغلب سموم گوگردی بخصوص محلول کالیفرنی، قابلیت ترکیب شدن با اغلب حشره‌کش‌ها را دارا می‌باشند.

۶- هرچه قطر ذرات گوگرد ریزتر باشد، خاصیت چسبندگی آن به گیاه بیشتر و تأثیر قارچ‌کشی آن نیز زیادتر می‌شود.

۷- اثر قارچ‌کشی گوگرد بعد از مصرف، حدود 20 تا 30 روز دوام پیدا می‌کند و در صورت نیاز به تکرار سمپاشی، نوبت بعدی 2 الی 3 هفته بعد توصیه می‌شود.

۱۸-۶ محدودیت‌های مصرف سموم گوگردی

اگرچه سموم‌گوگردی دارای مزایای ارزشمندی به شرح فوق می‌باشند، اما استفاده از آن‌ها محدودیت‌هایی نیز به شرح زیر دارد:

۱- بعضی از گیاهان در برابر گوگرد حساسیت شدیدی داشته و در نتیجه گیاه‌سوزی اتفاق می‌افتد.

۲- گوگرد فقط روی تعداد معدودی از قارچ‌ها مؤثر است.

۳- در هوای گرم نباید روی گیاهان مصرف شود، زیرا در درجه حرارت‌های بالاتر از 35 درجه سانتی‌گراد ایجاد گیاه‌سوزی شدید می‌نماید.

۴- مصرف گوگرد به همراه روغن‌های زمستانه ایجاد گیاه‌سوزی می‌کند و لذا به هیچ وجه توصیه نمی‌شود.

۵- گوگردپاشی روی گیاهانی که به‌صورت پخته از آن‌ها استفاده می‌شود (مانند سبزیجات)، گیاهانی مانند گل سرخ محمدی که از آن گلاب تهیه می‌شود و نیز توتون و تنباکو، به دلیل

فعل و انفعالات انجام شده و تبدیل گوگرد به گاز SH_2 و ایجاد بوی بـد ممنـوع اسـت. در ایـن شرایط باید از سایر قارچ‌کش‌ها استفاده شود.

فصل نوزدهم

قارچ‌کش‌های آلی

تمام موادی که تا سال ۱۹۱۳ به عنوان قارچ‌کش به‌کار گرفته می‌شدند (به استثنای فرمالدئیدها) دارای منشأ غیر آلی بودند. بعد از کشف آرسنیک آلی که به عنوان داروی ضد سیفلیس به‌کار گرفته می‌شد، یک محقق آلمانی به‌نام Riehm در سال ۱۹۱۳ گزارش داد که یک ترکیب آلی از کلر، فنل و جیوه به‌دست آورده است که در ضد عفونی بذر گندم علیه سیاهک مخفی بسیار کارآمد است. کشف فوق، شروع یک دوره تاریخی برای ساخت قارچ‌کش‌های آلی با دامنه کاربرد وسیع بود که خارج از محدوده ترکیبات مس و گوگرد حاصل می‌شد. برای ۲۵ سال اول، قارچ‌کش‌های آلی فقط به منظور ضد عفونی بذر به‌کار می‌رفتند. موفق‌ترین گروه از قارچ‌کش‌های جدید، ترکیبات آلی جیوه‌ای بودند که بخش اعظم آن‌ها به‌صورت پودر عرضه می‌شد. در سال ۱۹۳۶، توجه همگان به قارچ‌کش‌های محافظت کننده و نیز ترکیبات غیرآلی معطوف شد، زیرا این ترکیبات از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه بودند. اکسید قرمز مس و اکسید روی، ضدعفونی کننده‌های ارزان‌تری برای بعضی از بذرها مانند بذر اسفناج بودند. شروع جنگ جهانی اول، موجب بالا رفتن قیمت مس، روی، جیوه و سایر فلزات گردید و این امر موجب آغاز تحقیقاتی نوین روی ترکیبات آلی رقابت کننده با فلزات مزبور شد، به این ترتیب قارچ‌کش‌های آلی جدید کشف و عرضه شدند. در این رابطه چند قارچ‌کش بسیار مفید برای ضد عفونی بذر سنتز شدند که در رأس آن‌ها دو محصول به‌نام‌های کلانیل (تتراکلروگوئینون، Tetrachloroguinone) و تیرام (یا تترامتیل‌تیورام - دی‌سولفاید، Tetramethylthiuram-disulfide) قرار داشتند. تنها مورد کشف شده از ترکیبات آلی طی قرن نوزدهم، فرمالدئید بود که در صفحات بعد و در مباحث مربوط به ضد عفونی بذر و خاک مورد بررسی قرار خواهد گرفت. اما نکته حائز اهمیت اینکه، فرمالدئیدها به عنوان قارچ‌کش روی شاخ و برگ گیاهان قابل استفاده نیستند. در سال ۱۹۱۳، ترکیبات آلی جیوه‌ای به منظور ضد عفونی بذر به‌کار گرفته شدند و استفاده از آن‌ها تا اواسط دهه ۱۹۳۰ ادامه داشت، اما کشف دی‌تیوکاربامات‌ها (Dithiocarbamates) در سال ۱۹۳۴، نقطه عطفی در کنترل قارچ‌ها بود زیرا این سموم روی برگ

گیاهان مؤثرند و ایجاد گیاه‌سوزی نمی‌کنند.

۱-۱۹ قارچ‌کش‌های آلی جیوه‌ای

ترکیبات معدنی جیوه‌ای مانند سوبلیمه ($HgCl_2$)، کالومل (Calomel) و اکسید جیوه (Hgo) اولین ترکیباتی از جیوه بودند که به عنوان قارچ‌کش به‌کار گرفته شدند، اما به دلیل سمیت بالا برای انسان و دام، مصرف آن‌ها متوقف شد. ترکیبات آلی جیوه‌ای اولین بار در سال ۱۹۱۵ توسط شرکت Bayer آلمان به بازار عرضه شد. مصرف ترکیبات آلی جیوه‌ای نیز به دلیل سمیت بالا و تجمع در محیط زیست، در اغلب کشورهای پیشرفته دنیا ممنوع شده است. اغلب سموم جیوه‌ای به دلیل وجود اتیل یا فنیل در ترکیبشان قابلیت تبخیر و نفوذ زیادی دارند، به همین دلیل در ضد عفونی بذر به‌کار می‌روند و پاتوژن‌هایی را که در شکاف‌ها و فلس‌های بذر پنهان شده‌اند نابود می‌کنند. قارچ‌کش‌های جیوه‌ای دارای ساختمان عمومی R-Hg-X هستند که R یک بنیان آلی و X یک گروه معدنی متصل به اتم جیوه است. اگرچه ترکیبات جیوه‌ای عموماً Biocide هستند، اما روی برخی گیاهان هیچ‌گونه تأثیر منفی ندارند. به عنوان مثال، در کنترل بیماری لکه سیاه سیب با استفاده از نمک‌های آلکیل جیوه، برگ‌های درختان سیب صدمه‌ای نمی‌بینند. اما ترکیبات جیوه‌ای روی غده‌های سیب‌زمینی و قسمت‌های رویشی بسیاری از گیاهان تأثیر منفی می‌گذارند و حتی در مقادیر اندک از جوانه‌زنی بذر نخود سفید جلوگیری می‌کنند. بنابراین توصیه می‌شود که گیاهان مزبور با ترکیبات جیوه‌ای ضدعفونی نشوند. همچنین بذر گندم را فقط در شرایطی که علاوه بر سیاهک پنهان گندم سایر بیماری‌ها نیز وجود دارند، باید با ترکیبات جیوه‌ای ضدعفونی کرد. در برخی ترکیبات جیوه‌ای مواقع باعث گیاه‌سوزی در بذر می‌شوند که دلایل گیاه‌سوزی بذرها به موارد زیر بستگی دارد:

۱- نامناسب بودن غلظت سم مصرفی
۲- نامناسب بودن نوع ترکیب مورد استفاده، به عنوان مثال، کلرید جیوه در مقایسه با سیلیکات جیوه بیشتر باعث گیاه‌سوزی می‌شود.
۳- رطوبت بذر که اگر بیشتر از 15% تا 16% باشد، باعث گیاه‌سوزی می‌شود.
۴- واریته بذر مورد تیمار
۵- مدت زمان باقیماندن سم روی بذر یا فاصله زمانی ضد عفونی بذر تا کاشت که هر چه طولانی‌تر باشد، امکان گیاه‌سوزی نیز بیشتر است. سموم جیوه‌ای از نظر خاصیت قارچ‌کشی به حدی کارآمد هستند که معمولاً با غلظت بسیار پایین از ماده مؤثر (1.5% تا 7.2%) به بازار

عرضه می‌شوند. اغلب ترکیبات جیوه‌ای بر اساس استات‌فنیل‌جیوه (PMA) هستند و فرآورده‌های تجاری این ترکیب به‌صورت گرد قرمز رنگ برای ضد عفونی بذر عرضه می‌شوند و که دارای 1.5% PMA هستند.

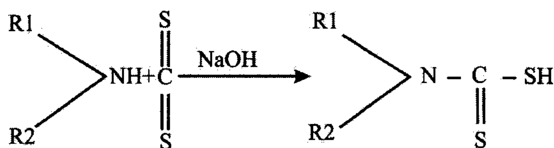
مهم‌ترین ترکیبات جیوه‌ای مورد مصرف در کشاورزی عبارتند از: Methoxyethyl Mercury Chloride (CH_3O, C_2H_4 HgCl)، Methoxyethyl Mercury Silicate [CH_3O, $C_2H_2HgO_2Si$]، Phenyl Mercury Acetate (PMA)، Methylmercuric Dicyandiamide (CH_3Hg, NHCN, NHCN)، Ceresan ($CH_3OCH_2CH_2HgCl$)، Semesan (از مشتقات فنیل‌دومرکوری) و Granosan. ترکیب Ceresan (فنوکسی‌اتیل‌مرکوریک) برای ضد عفونی بذر گندم، چاودار و ذرت و ترکیب Granosan با 3.2% جیوه به‌صورت گرد و محلول برای ضد عفونی بذر و نیز خاک مصرف می‌شود.

۱-۱-۱۹ مکانیسم تأثیر ترکیبات جیوه‌ای

ترکیبات جیوه‌ای، متوقف کننده‌های غیراختصاصی آنزیم‌ها هستند که اثر آن‌ها بخصوص روی آنزیم‌های دارای آهن و گروه SH- است. تمامی نمک‌های جیوه، قابل حل در چربی هستند که به همین دلیل به سهولت وارد سلول شده و یون جیوه آزاد می‌شود. یون آزاد شده جایگزین فلزاتی می‌شود که در ساختمان آنزیم‌های سلولی وجود دارند و به این ترتیب فعالیت آنزیمی را خنثی نموده که باعث مرگ سلول می‌شود.

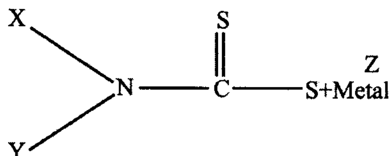
۲-۱۹ قارچ‌کش‌های آلی گوگردی یا دی‌تیوکاربامات‌ها (Dithiocarbamates)

تحقیق روی مشتقات دی‌تیو کاربامات‌ها توسط کمپانی Dupant آمریکا در سال ۱۹۳۱ آغاز شد. در سال ۱۹۳۴، دو محقق به‌نام‌های Tisdale و Williams از کمپانی فوق، کاربامات‌ها را به عنوان حشره‌کش و قارچ‌کش به ثبت رساندند. به منظور تهیه دی‌تیوکاربامات‌ها، از تأثیر سولفیدکربن روی یک آمین نوع اول یا دوم و در مجاورت NaOH استفاده می‌شود (شکل ۱-۱۹). نکته حائز اهمیت اینکه، دی‌تیوکاربامات‌ها را از تأثیر نمک‌های معدنی روی اسید دی‌تیوکاربامیک به‌دست نمی‌آورند، زیرا این اسید در حرارت‌های معمولی بسیار ناپایدار است.



شکل ۱-۱۹ واکنش عمومی سنتز ترکیبات دی‌تیوکاربامات

در واکنش مزبور به جای R1 و R2 می‌توان ریشه‌های زنجیری یا حلقوی قرار داد، اما محصولات حاصله بی‌ثبات هستند. ولی هیدروژن در SH به سهولت با فلزات تعویض می‌شود و نمک‌های باثباتی را به‌وجود می‌آورد. فرمول کلی دی‌تیوکاربامات‌ها به‌صورت زیر است (شکل ۲-۱۹)



شکل ۲-۱۹ فرمول عمومی ترکیبات دی‌تیو کاربامات

در فرمول فوق، X می‌تواند یک بنیان آلکن یا آلکلیل و یا آروماتیک باشد Y می‌تواند یک هیدروژن یا یکی از بنیان‌های CH_2 یا CH_3 باشد. Z نیز یک فلز و یا بنیانی که دارای فلز باشد، است.

هسته مرکزی فرمول فوق (N-C(=S)-S) دارای اثر قارچ‌کشی است، هر چقدر طول زنجیر X کوچک‌تر باشد، خاصیت قارچ‌کشی آن نیز بیشتر می‌شود و اگر فنیل باشد، تأثیر آن بسیار زیاد می‌شود. در مورد زنجیر Y، تأثیر هیدروژن بسیار زیاد است، اگر به جای هیدروژن اتم ازت قرار گیرد، خاصیت قارچ‌کشی آن کاهش می‌یابد.

دی‌تیوکاربامات‌ها به دو گروه زیر تقسیم می‌شوند:

۱- دی‌متیل‌دی‌تیوکاربامات‌ها (Dimethyl Dithiocarbamates) که به ازت آن‌ها عامل متیل (CH_3) متصل است، مانند قارچ‌کش‌های تیرام، فربام، زیرام و واپام.

۲- اتیلن بیس‌دی‌تیوکاربامات‌ها (Ethylenbis Dithio Carbamates) که به ازت آن‌ها عامل اتیلن (CH_2) متصل است، مانند قارچ‌کش‌های نابام، مانب، زینب و مانکوزب.

کاربرد این ترکیبات به عنوان قارچ‌کش‌های عمومی روی شاخ و برگ گیاهان چندان رضایت‌بخش نبود، اما ترکیب آن‌ها با بعضی از فلزات سنگین اثرات بسیار امیدوارکننده‌ای در این رابطه داشت. یکی از ترکیباتی که در همان اوایل برای محلول‌پاشی شاخ و برگ گیاهان در مقیاس وسیع به‌کار گرفته شد، فریک‌دی‌متیل‌دی‌تیوکاربامات (Ferric Dimethyl Dithio Carbamate) یا فربام (Ferbam) بود که به

نام‌های فرمات، کاربان‌بلاک و کاربام نیز شناخته می‌شود. این ماده علیه بسیاری از قارچ‌های بیماری‌زای شاخ و برگ اثری فوق‌العاده و قاطع داشته و خاصیت گیاه‌سوزی آن نیز بسیار اندک است. بر اساس گزارش Dimond و همکاران در سال ۱۹۴۳، ترکیبی به‌نام سدیم‌اتیلن‌بیس‌دی‌تیوکاربامات (Na-ethylene Bis Dithiocarbamate) با نام تجاری نابام ($Nabam^{®}$) نیز دارای خاصیت قارچ‌کشی بسیار مؤثری است. نابام ابتدا با نام تجاری دایتان ($Dithan^{®}$) به بازار عرضه شده بود. بعدها دو نفر محقق به‌نام‌های Heuberger و Manns نشان دادند که اگر سولفات روی و آهک به نابام اضافه شوند، خاصیت قارچ‌کشی آن به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد و علیه بسیاری از بیماری‌های قارچی درختان میوه و سبزیجات مؤثر خواهد بود. توصیه می‌شود که سولفات روی و آهک زمانی به محلول نابام اضافه شوند که قارچ‌کش مزبور، آماده پاشیدن روی گیاه باشد. در صورتی که سدیم موجود در ترکیب نابام با عنصر روی تعویض شود، قارچ‌کشی به‌نام زینب (Zineb) یا Zinc Ethylen Bis Dithiocarbamate ایجاد می‌شود. جانشینی سدیم موجود در نابام با عنصر منگنز نیز قارچ‌کشی به‌نام مانب (Maneb) را به‌وجود می‌آورد.

۱-۲-۱۹ مکانیسم تأثیر دی‌تیوکاربامات‌ها

دی‌تیوکاربامات‌ها روی آنزیم‌های چرخه‌های تنفسی، بخصوص آنزیم‌هایی که دارای گروه‌های SH- هستند، مؤثرند. تمام دی‌تیوکاربامات‌ها داخل سلول نفوذ نمی‌کنند، فقط آن‌هایی که روی سیکل کربس و آنزیم‌های آن اثر دارند وارد سلول قارچی می‌شوند. محققین معتقدند اتیلن‌بیس‌دی‌تیوکاربامات‌ها به شکل کامل وارد سلول قارچی نمی‌شوند زیرا وجود هوا برای تأثیر این گروه از ترکیبات ضروری است، عقیده بر این است که این ترکیبات ابتدا به ترکیبات دیگری با خاصیت قارچ‌کشی تبدیل می‌شوند و ترکیبات اخیر وارد سلول می‌شوند. به عنوان مثال، مانب ابتدا به سولفیداتیلن‌تیورام تبدیل می‌شود، ماده مزبور که دارای خاصیت قارچ‌کشی است داخل سلول نفوذ می‌کند. برخی محققین دیگر معتقد هستند که اتیلن‌بیس‌دی‌تیوکاربامات‌ها به اتیلن‌بیس‌دی‌ایزوتیوسیانات تبدیل می‌شوند و به این طریق وارد سلول هدف می‌شوند. تعدادی از سموم مهم از گروه دی‌تیوکاربامات‌ها در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱- **تیرام[1] ($C_6H_{12}N_2S_4$)**: تیرام که جزء اولین قارچ‌کش‌های مفید است، از به هم پیوستن دو مولکول اسید دی‌تیوکاربامیک به‌دست می‌آید. این ماده با نام تجاری $Tauds^{®}$، ابتدا به عنوان عامل فعال کننده در ترکیبات سازنده لاستیک به‌کار گرفته می‌شد. تیرام خالص به‌صورت بلورهای مایل به زرد است که دارای 53.3% گوگرد است. محصولات تجاری آن معمولاً 70%

1- Thiram=Tetramethylthiuram-disulfide

تیرام خالص دارند. بعد از کشف خاصیت قارچ‌کشی و ثبت قانونی آن، در آمریکا با نام تجاری $Tersan^{®}$ علیه بیماری‌های قارچی چمن و در انگلستان با نام تجاری $Teresan^{®}$ برای بیماری‌های قارچی گل لاله عرضه شد. همچنین تیرام با نام تجاری $Arasan^{®}$ برای ضدعفونی بذر و با نام تجاری $Thylate^{®}$ برای حفاظت از شاخ و برگ درختان عرضه می‌شود.

مصرف عمومی آن در ضد عفونی بذر و پیاز است و در صورت کاربرد بیش از حد معمول، فاقد اثرات منفی در قوه نامیه بذر هستند. بذرهای ضدعفونی شده با تیرام مورد حمله حشرات قرار نمی‌گیرند، حتی بوی آن جوندگان را نیز فراری می‌دهد. برای ضد عفونی بذرهای کتان، جالیز، سبزی‌ها، گل‌ها، علوفه، پنبه و چغندر قند بسیار مفید است. این قارچ‌کش به‌طور متوسط به نسبت سه در هزار برای ضد عفونی بذر مصرف می‌شود و به عنوان ضد عفونی کننده خاک علیه قارچ‌های Botrytis، Phoma، Phytophtora، Pythium و Fusarium به میزان 5 تا 50 گرم در مترمربع در گل‌کاری‌ها و سبزی‌کاری‌ها مصرف می‌شود. تیرام در گلایول و سایر پیازها علیه زرد شدن برگ‌ها با محلول 250 گرم در 100 لیتر و 2 تا 3 بار به فاصله ده روز توصیه می‌شود. برای انبار کردن پیازها و بخصوص گلایل، ضد عفونی خشک و برای کاشتن آن‌ها خیس کردن پیازها به مدت یک ساعت در محلول 0.5% مناسب است. سمیت تیرام برای انسان زیاد نیست اما برای ماهی‌ها و مرغ‌ها سمی است و از سمپاشی اطراف استخرها و رودخانه‌ها باید اجتناب کرد.

۲- **فربام**[1] **($C_9H_{18}FeN_3S_6$)**: فربام از اتصال سه مولکول اسید دی‌تیوکاربامیک و یک اتم آهن به‌دست می‌آید که به شکل گرد سیاه، سبک و باثباتی است که در آب حل نمی‌شود. فرمولاسیون پودر وتابل یا گرد آن به‌صورت 76% به بازار عرضه می‌شود. فربام قارچ‌کشی پیشگیری کننده است که علیه اغلب قارچ‌های داخلی مصرف می‌شود اما روی سفیدک‌های پودری یا سطحی اثر ندارد. آهن موجود در آن از راه جوانه و برگ‌های جوان جذب می‌شود و کمبود آهن را در گیاه برطرف می‌کند. این قارچ‌کش برای مبارزه علیه بیماری‌های لکه سیاه سیب و گلابی، لب شتری هلو، انبونک آلو، غربالی درختان میوه هسته‌دار، امراض قارچی گوجه فرنگی و سیب‌زمینی، هندوانه، خربزه و خیار مصرف می‌شود. همچنین در ضد عفونی بذر، از دو روش خشک و مرطوب استفاده می‌شود. در روش مرطوب، بذرها به مدت یک ساعت در فربام 5% نگهداری می‌شوند اما در روش خشک، بذرها را به نسبت 2 تا 6 در هزار با فربام آغشته می‌کنند. برای مبارزه با بیماری غربالی درختان میوه هسته‌دار، از این قارچ‌کش به نسبت 2.5 در هزار قبل از گل‌دهی و 2 در هزار بعد از گل‌دهی استفاده می‌شود. برای ضد

1- Ferbam=Iroutris=Dimethyl Dithiocarbamate

عفونی خاک در خزانه‌ها از این قارچ‌کش به میزان 2 در هزار استفاده می‌شود. همچنین به‌کارگیری محلول 2 در هزار فربام در خزانه، گیاهان جوان را از پژمردگی حفظ می‌کند. سمیت این قارچ‌کش پایین بوده و LD50 آن 4 گرم بر کیلوگرم است. از دیگر ویژگی‌های آن، فقدان خاصیت گیاه‌سوزی حتی در دزهای بالا و نیز سازگاری مطلوب با سایر ترکیبات قارچ‌کش است. فربام پوست و مخاط بینی را تحریک می‌کند که هنگام استفاده حتماً باید جلوی بینی را با پارچه مرطوبی پوشاند. خاصیت قارچ‌کشی فربام به مرور زمان کاهش می‌یابد. فربام را با سایر دی‌تیوکاربامات‌ها و گوگرد می‌توان مخلوط کرد اما از ترکیب آن با نمک‌های مس و جیوه و مایعات آهک‌دار باید اجتناب کرد. فربام در آب سوسپانسیون سیاه رنگی تشکیل می‌دهد که اثر آن روی گیاه باقی می‌ماند و به همین دلیل مصرف آن در درختان میوه و زینتی محدود شده است. فربام را نباید نزدیک شعله قرار داد زیرا دارای قابلیت اشتعال است.

۳- **زیرام**[1] **($C_6H_{12}N_2S_4Zn$)**: زیرام یا دی‌تیوکاربامات روی از اتصال دو مولکول اسیدی دی‌تیوکاربامیک و یک اتم روی به‌دست می‌آید. ماده‌ای پودری شکل، سفید رنگ و باثبات است، اما در مجاورت اسیدها تجزیه می‌شود، به همین دلیل نباید آن را در ظروف آهنی یا مسی بسته‌بندی و نگهداری کرد اما با توجه به اینکه در سمپاشی به نسبت 2 تا 3 در هزار مصرف می‌شود، اشکالی دراین رابطه ایجاد نمی‌کند. زیرام با نام‌های تجاری Karbam White®، Zerlat®، Karbazin® و Foclazin® و به‌صورت پودر وتابل 76% تا 80% به بازار عرضه می‌شود. زیرام یک قارچ‌کش پیشگیری کننده است که علیه تمامی بیماری‌های قارچی بجز سفیدک‌های پودری و سیاهک‌های غلات مصرف می‌شود. مهم‌ترین بیماری‌هایی که توسط این قارچ‌کش کنترل می‌شوند عبارتند از:

الف- بیماری‌های قارچی گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی (بخصوص Alternaria spp) به نسبت 2 تا 2.5 در هزار

ب- انواع سفیدک‌های دروغی به نسبت 1 تا 1.5 در هزار

ج- لب شتری هلو، انبوونک آلو، لکه سیاه سیب و غربالی درختان میوه هسته‌دار به نسبت 1 تا 1.5 در هزار

د- انواع زنگ‌ها

1- Ziram

هـ- بیماری لکه خاکستری چغندر (Cercosporoa spp.) به نسبت 1 تا 1.5 در هزار

و- ضد عفونی خاک خزانه‌ها و بذر (به غیر از سیاهک‌های غلات)

از ویژگی‌های مهم این قارچ‌کش چسبندگی مطلوب و قابلیت ترکیب آن با سایر آفت‌کش‌ها است. برای تهیه محلول مناسب و یکنواخت از این قارچ‌کش، مقدار معینی از پودر را با دو برابر وزن آن آب مخلوط کرده و مخلوط را به شدت به‌هم می‌زنیم.

با توجه به اینکه زیرام حاوی روی (Zn) است و فلز روی نیز از طریق شاخ و برگ جذب گیاه می‌شود، بنابراین زیرام برای جبران کمبود روی در گیاه مؤثر است. کمبود روی در درختان مرکبات باعث زردی برگ و در درختان بادام باعث کوچک ماندن برگ‌ها می‌شود، به همین دلیل محلول‌پاشی زیرام روی گیاهان مزبور اثر مطلوبی دارد. زیرام با ترکیبات مسی و گوگردی و اغلب حشره‌کش‌ها قابل ترکیب است و به‌صورت مخلوط با اکسی‌کلرید مس عرضه می‌شود. ترکیب کردن این قارچ‌کش با املاح جیوه و مواد قلیایی مجاز نیست. زیرام برای جانوران خونگرم و زنبور عسل سمیت زیادی ندارد و نیز روی گیاهان ایجاد گیاه‌سوزی نمی‌کند. بعضی افراد به روی (Zn) حساسیت دارند و تماس با این فلز باعث تورم‌های پوستی در آن‌ها می‌شود، به همین دلیل امروزه ترجیح می‌دهند از قارچ‌کش‌های جایگزین استفاده شود.

۴- **نابام**[1]: نابام با نام تجاری Dithan D-14® به دلیل ناپایداری و انحلال در آب، ایجاد گیاه‌سوزی می‌کند که به همین دلیل مصرف آن محدود شده است. پودر این قارچ‌کش بادوام نیست، لذا به‌صورت محلول و با نام (اتیان- 14) به بازار عرضه می‌شود. سمیت نابام روی گیاه بیش از سایر دی‌تیوکاربامات‌ها است و مهم‌ترین مورد مصرف آن ضد عفونی غده‌های سیب‌زمینی قبل از کاشت است. به منظور ضد عفونی غده‌های سیب‌زمینی آلوده به بیماری‌های قارچی، غده‌های آلوده برای مدت نیم ساعت در محلول 1% نابام غوطه‌ور می‌شوند و در صورت استفاده از پودر نابام، 1 کیلوگرم سم با 100 کیلوگرم بذر آغشته می‌شود. این قارچ‌کش برای مبارزه با اغلب سفیدک‌ها مناسب نیست اما برای سفیدک‌های گیاهان خانواده کدوئیان، پیاز و سیب‌زمینی کم و بیش قابل توصیه است. از معایب این قارچ‌کش، خاصیت چسبندگی کم و گیاه‌سوزی زیاد آن است که به همین دلیل محلول‌پاشی آن روی برگ‌ها توصیه نمی‌شود و به منظور جلوگیری از گیاه‌سوزی، سولفات روی ($ZnSO_4$) به آن اضافه می‌شود. همچنین آزمایشات نشان داده که اضافه کردن مخلوطی از سولفات‌روی و آب‌آهک $Ca(OH)_2$ به نابام باعث تشدید خاصیت قارچ‌کشی آن می‌شود. سمیت نابام برای پستانداران کمی بیشتر از سایر

1- Nabam=Disodium Ethylen Bis Dithiocarbamate

دی‌تیو کاربامات‌ها است (LD50=395mg/kg) که روی پوست بدن اثر تحریک کنندگی دارد.

۵- **زینب**[1] **(($C_4H_6N_2S_4Zn)x$)**: زینب با نام‌های تجاری ®Dithane Z-78 و ®Parazate، ماده‌ای سفید رنگ، غیر محلول در آب و قابل تجزیه در مقابل نور و رطوبت است که دارای 65% تا 80% ماده مؤثر است. زینب به عنوان قارچ‌کش محافظتی، جانشین مناسبی برای گوگرد است و برای ضدعفونی خاک به نسبت3 گرم در متر مربع و یا 30 کیلوگرم در هکتار مصرف می‌شود. در سمپاشی‌های زمستانه علیه بیماری‌های قارچی به نسبت 2.5 تا 3 در هزار و در سمپاشی‌های بهاره به نسبت 2 در هزار توصیه می‌شود. اصولاً برای کنترل سفیدک‌ها، لکه سیاه و سایر بیماری‌ها و همچنین برای مبارزه با کنه‌های گیاهی (بخصوص کنه نقره‌ای مرکبات)، برای مبارزه با بیماری پوسیدگی قهوه‌ای درختان میوه به نسبت 2 در هزار، مبارزه با سفیدک دروغی مو به‌صورت مخلوط با ترکیبات مس، مبارزه با بیماری سفیدک دروغی توتون و برای کنترل بیماری‌های قارچی ریشه (500 گرم به ازای هر متر مکعب خاک) کاربرد دارد. به‌طور کلی، برای تمام بیماری‌هایی که ایجاد لکه می‌کنند، بخصوص در سبزی‌کاری‌ها، جالیزکاری‌ها، گل‌کاری‌ها و نیز روی درختان میوه کاربرد دارد، زیرا اولاً سمیت آن برای انسان بسیار ناچیز است و ثانیاً برای گیاهان مضر و سمی نیست. سمپاشی با زینب کمبود روی (Zn) را نیز جبران می‌کند. زینب با سایر سموم مانند مخلوط بوردو و محلول بورگنی خنثی، قارچ‌کش‌هایی مانند کاراتان، کاپتان، ترکیبات جیوه‌ای، سایر دی‌تیوکاربامات‌ها و نیز اغلب حشره‌کش‌ها سازگار و قابل ترکیب است و در بعضی موارد باعث تقویت رشدونمو گیاهان تحت تیمار می‌شود. در سمپاشی با زینب محلول سمی باید تمام گیاه را خیس کرده و سطح آن نیز دارای چسبندگی مطلوبی باشد، برای این منظور مقداری مویان (Triton) بر حسب نوع گیاه به آن اضافه می‌شود. سمیت زینب برای انسان و جانوران خونگرم بسیار اندک است (LD50=5200 mg/kg)، اما در پرندگان و نیز دام‌های اهلی بخصوص گاوها، حساسیت‌های زودگذر پوستی ایجاد می‌کند. حتی بر اساس گزارش‌های موجود، تعداد تخم مرغابی‌هایی که از مراتع سمپاشی شده با زینب تغذیه کردند، کاهش یافت و تعدادی از تخم‌ها نیز دارای پوسته بسیار نازک و شکننده شدند که طبعاً این امر روی بقای نسل پرندگان تأثیر منفی دارد.

۶- **مانب**[2] **(($C_4H_6MnN_2S_4)x$)**: مانب با نام‌های تجاری ®Dithane M-22 و ®Manzata، در سال ۱۹۵۰ عرضه شد. ماده‌ای نامحلول در آب که به‌صورت پودر وتابل 80% و نیز محلول 70% تا

1- Zineb=Zinc Ethylen Bis Dithiocarbamate
2- Maneb=Manganese Ethylen Bis Dithiocarbamate

80% و توأم با مواد همراه عرضه می‌شود. مانب یک قارچ‌کش پیشگیری کننـده اسـت و علیـه قارچ‌های داخلی به‌کار می‌رود که روی سفیدک‌های پودری و سیاهک‌های غلات تأثیری ندارد. به عنوان سم محافظتی بـرای ضـد عفـونی بـذرهای گوجـه‌فرنگـی، سـبزیجات، جـالیز و نیـز بیماری‌های قارچی گوجه‌فرنگی، لکه قهوه‌ای برگ یونجه، برق‌زدگی نخود و زنـگ میخـک بـه نسبت 1.5 تا 3 در هزار توصیه می‌شود. مانب از بهترین قارچ‌کش‌هایی است که برای مبارزه با بیماری‌های قارچی گوجه‌فرنگی شناخته شده است. در روش محلول‌پاشی، از محلول‌های 2 تـا 3 در هزار و در وضعیت گردپاشی به میزان 3 تا 4 کیلوگرم در هکتار مصرف می‌شود. در روش گردپاشی با 10% خاکستر مخلوط می‌شود تا عملیات پاشیدن گرد تا حد زیادی تسهیل شود. این ترکیب برای مبارزه با سیاهک‌های پنهان گندم و جـو، بیمـاری لکـه آجـری بـادام و کنـه نقره‌ای مرکبات توصیه می‌شود. مانب برای سفیدک‌های حقیقی و سـیاهک‌هـای غـلات مـؤثر نبوده و توصیه نمی‌شود. در استفاده از این قارچ‌کش، احتیاط‌های لازم بایـد صـورت گیـرد، در غیراین‌صورت پوست، گلو و چشم را تحریـک مـی‌کنـد. از نگهـداری ایـن سـم در مکـان‌هـای مرطوب باید خودداری کرد زیرا خاصیت قارچ‌کشی آن در رطوبت و گرما در اثر تجزیه کـاهش می‌یابد. همچنین بخارهای قابل اشتعال از آن متصاعد می‌شود. از قابلیت‌های ارزشـمند مانـب این است که می‌تواند کمبود منگنز را در خاک و گیاه برطرف کند.

مانب قابلیت ترکیب مطلوبی با سایر آفت‌کش‌ها دارد بـه‌طـوری کـه بـا گـوگرد، ترکیبـات مـسی و نیـز حشره‌کش‌ها، کنه‌کش‌ها و سایر دی‌تیوکاربامات‌ها قابل ترکیب است، اما نباید آن‌را با حـشره‌کـش‌هـای امولسیون مخلوط کرد. ترکیب این ماده با سولفات روی ($ZnSO_4$) به‌صـورت فرمولاسـیون بـه مـانکوزب (Mancozeb) معروف می‌باشد که کاربرد قابل توجهی دارد، زیرا فاقد خاصیت گیاه‌سـوزی اسـت کـه بـه مقدار اندکی در مانب وجود دارد و می‌تواند کمبود روی و منگنز را با هم در گیاه برطرف کند. مـانکوزب در بازار با نام‌های تجاری ®Dithane M-45 و ®Manzeb وجود دارد. مانکوزب علاوه بر طریق شـیمیایی، از طریق فیزیکی نیز می‌تواند از مخلوط نمودن مانب و زینب بـه‌دسـت آیـد. مـانکوزب یـک قـارچ‌کـش وسیع‌الطیف می‌باشد که برای کنترل اغلب بیماری‌های قارچی برگی مصرف می‌شود. این قارچ‌کش روی سفیدک‌های دروغی، آنتراکنوز، لکه موجی گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی، زنـگ انـواع گیاهـان شـامل تـره، سیر، نعناع و مارچوبه و نیز برای ضدعفونی بذر غلات در برابر سیاهک‌های پنهان مؤثر است.

۷- واپام (Vapam) یا متیل‌دی‌تیوکاربامات‌سدیم یـا متـام‌سـدیم[1]: واپـام بـا نـام تجـاری ®Karbation به‌صورت پودر وتابل می‌باشد که در آب بـه شـکل مـایعی بـی‌رنـگ اسـت. ایـن

1- Metham Sodium

قارچ‌کش برای ضد عفونی خاک به‌کار برده می‌شود و در خاک تبخیر شده و قارچ‌های خاکزی مانند Fusarium، Pythium و Rhizoctonia و نیز اکثر نماتدها و بعضی از حشرات خاکزی را از بین می‌برد. همچنین از جوانه‌زنی بذر و ریشه علف‌های هرز جلوگیری می‌کند. به منظور ضد عفونی خاک، ابتدا باید زمین را به عمق 15 تا 20 سانتی‌متر شخم زد و تسطیح نمود، سپس واپام را به نسبت 5% تا 6% با آب مخلوط کرده و 150 لیتر از آن‌را برای 100 متر مربع پاشید و زمین را بلافاصله آبیاری کرد، به‌طوری که رطوبت تا عمق 15 سانتی‌متری نفوذ کند. ضد عفونی در خاک‌های سبک، 15 روز قبل از کاشت و در خاک‌های سنگین و رسی یک ماه قبل از کاشت باید انجام شود. در این فاصله خاک آلوده به سم می‌باشد و نباید محصولی در آن کشت شود.

سمیت واپام برای انسان و سایر پستانداران نسبتاً پایین است. واپام را نباید در زراعت، زمین‌های مجاور قطعات کشت شده یا باغ‌ها به‌کار برد. واپام روی بعضی مواد مانند مس و برنج ایجاد خوردگی می‌کند و لذا وسایل سمپاشی را پس از پایان کار باید کاملاً شستشو کرد. در شرایطی که حرارت خاک کمتر از 15 درجه سانتی‌گراد است، تبخیر نمی‌شود، بنابراین به‌کارگیری واپام در کمتر از دمای مزبور بی‌اثر است.

۱۹-۳ ترکیبات بنزن (Benzene Compounds)

اگر روی حلقه بنزن مربوط به یک ترکیب شیمیایی، یکسری بنیان‌هایی قرار گیرد ترکیب مزبور خاصیت قارچ‌کشی پیدا می‌کند که وضعیت این بنیان‌ها در قدرت قارچ‌کشی حائز اهمیت می‌باشد. در میان مشتقات بنزن که دارای خاصیت قارچ‌کشی هستند، دایکلران، PCNB و HCB مهم‌تر از سایرین هستند. در رابطه با بنیان‌های متصل به حلقه بنزنی، کلر در ایجاد اختلال در سیستم تنفسی قارچ تأثیری ندارد اما NO_2 و NH_2 در بالا رفتن شدت تنفسی قارچ مؤثر می‌باشند. بنیان NO_2 باعث ایجاد خاصیت قارچ‌کشی می‌شود و اثر قارچ‌کشی با افزودن اتم کلر (Cl) روی حلقه بنزن تشدید می‌شود. ترکیبات بنزنی خاصیت Fungistatic دارند و روی اسپورزایی بی‌اثر هستند، در لوله‌های تندشی ایجاد بد شکلی می‌کنند و نیز با به‌کارگیری آن‌ها، تعداد هسته در لوله‌های تندشی قارچ زیادتر از حد طبیعی می‌شود. به عنوان مثال، کاربرد غلظت 4.8×10^{-6} ppm از دایکلران روی برخی قارچ‌ها موجب بد شکلی در لوله تندشی می‌شود، تعداد هسته‌ها زیادتر از حالت طبیعی می‌شود، مقدار اسید نوکلئیک نیز افزایش می‌یابد. اصولاً ترکیبات بنزن باعث افزایش شدت تنفسی قارچ می‌شوند و به همین دلیل به ترکیبات Decuplor معروف هستند یعنی سیستم تنفسی را از Phosphorilation Oxidative جدا می‌کنند و مانع تولید ATP می‌شوند.

۱-۳-۱۹ پنتاکلرونیتروبنزن (PCNB)

پنتاکلرونیتروبنزن با نام‌های تجاری ®Brassicol، ®Pentasan، ®Terrachlor و ®Tritisan برای ضدعفونی بذر و خاک استفاده می‌شود و با توجه به اینکه سمیت آن کم است، نسبت به ترکیبات جیوه‌ای مطلوب‌تر است. موارد کاربرد آن شامل: ضد عفونی بذر غلات، علیه سیاهک پنهان (.Tilletia sp)، .Rhizoctonia sp، Sclerotinia sp)، عامل بوته میری ذرت، نخود، لوبیا، عدس، سویا و چغندر می‌باشد. پنتاکلرو نیترو بنزن 20% به نسبت 300 تا 400 گرم در متر مکعب خاک مخلوط می‌شود و در ضد عفونی بذر غلات علیه سیاهک پنهان معمولی به نسبت 2 در هزار به‌کار می‌رود. همچنین امولسیون 75% آن برای مبارزه با ریزوکتونیای پنبه (Rhizoctonia sp) به نسبت 20 تا 30 کیلوگرم در هکتار در شیارهای کشت با خاک مخلوط می‌شود.

نکته حائز اهمیت اینکه، در ترکیبات تجارتی PCNB مقداری هگزاکلروبنزن (HCB) وجود دارد که دارای خاصیت سرطان‌زایی می‌باشد. به همین دلیل در مصرف PCNB باید احتیاط کرد، حتی مصرف آن در برخی کشورها محدود و یا ممنوع شده است.

۲-۳-۱۹ هگزا کلرو بنزن[1] (C_6Cl_6)

این قارچ‌کش ساده‌ترین ترکیب بنزنی است که در سال‌های گذشته به مقدار زیاد علیه سیاهک پنهان گندم در فرانسه استفاده می‌شد و مزیت آن بر ترکیبات جیوه‌ای، سمیت کم آن بود. اما بعدها به دلیل اینکه مصرف این قارچ‌کش به علت اختصاصی بودن، باعث طغیان بیماری‌های بذرزاد گندم مانند Fusarium sp. و Helminthosporium sp شد، مصرف آن رو به کاهش گذاشت. در سال‌های اخیر مشخص شده است که هگزاکلروبنزن یک ترکیب سرطان‌زاست، لذا مصرف آن به‌طور کامل ممنوع شده است.

۳-۳-۱۹ دیکلران[2] ($C_6H_4Cl_2N_2O_2$)

دیکلران با نام‌های تجارتی ®Botran، ®Allisan و ®DCNA برای سمپاشی خاک و شاخ و برگ گیاهان به‌صورت محلول‌پاشی کاربرد دارد. این ترکیب به عنوان قارچ‌کش پس از برداشت (Post-harvest)، روی میوه‌ها، سبزیجات و گل‌ها علیه قارچ‌های مولد اسکلروت و نیز قارچ‌های Rhizopus spp و Penicillium spp مصرف می‌شود. همچنین به منظور کنترل موفقیت‌آمیز قارچ‌های Pythium spp و

1- HCB
2- Dicloran=2,6-dichloro-4-nitroaniline

Rhizoctonia spp، سه ترکیب قارچ‌کش شامل (Diazoben (Dexon + PCNB، Terrazol) Terracoat + PCNB) و (Dexanol (Dexon + Terrazol از سموم کارآمد محسوب می‌شوند.

۱۹-٤ ترکیبات فنل و نیتروفنل (Dinitrophenols)

با توجه به اینکه ترکیبات فنل دارای خاصیت گیاه‌سوزی شدیدی می‌باشند لذا برای جلوگیری از پوسیدگی چوب، فیبر و مواد غیر زنده به‌کار می‌روند. ترکیبات نیترو - هالوژنه و آلکیله‌ی فنل دارای خاصیت قارچ‌کشی زیادی هستند. در مورد ترکیبات نیتراته بر حسب قرار گرفتن بنیان نیترو روی حلقه فنل خواص قارچ‌کشی آن‌ها فرق می‌کند اما این خواص روی قارچ‌های مختلف نیز متفاوت است. به عنوان مثال، در ترکیبات منونیتروفنل، ارتو بیشتر از پارا و پارا نیز بیشتر از متا روی قارچ‌های Aspergillus spp تأثیر دارد (Ortho> Para> Meta).

قرار گرفتن دو بنیان نیترو (دی‌نیتروفنل) باعث افزایش خاصیت قارچ‌کشی می‌شود اما معمولاً سومین بنیان نیترو خاصیت قارچ‌کشی را کاهش می‌دهد. افزودن گروه‌های آلکیل و همچنین هالوژنه مانند کلر به نیتروفنل خاصیت قارچ‌کشی را افزایش می‌دهد (مانند 2 متیل 4 و 6 دی‌نیتروفنل که روی لکه سیاه سیب مؤثر است) اما به واسطه خاصیت گیاه‌سوزی شدید در محیط زنده کمتر به‌کار می‌روند و فقط در موقع خواب گیاه از آن‌ها استفاده می‌شود. ترکیبات فنل و نیتروفنل باعث افزایش شدت تنفسی شده و لذا Decuplor می‌باشند.

۱-۴-۱۹ دی‌نیترو ارتو کروزل[1] ($C_7H_6N_2O_5$)

دی‌نیتروارتوکروزل با نام‌های تجاری ®Sinox و ®Elgetox در ابتدا به عنوان حشره‌کش مصرف می‌شد و با توجه به سمیت زیاد آن، در زمستان برای مبارزه با لکه سیاه سیب به عنوان سم ریشه‌کن کننده مصرف می‌شود. این قارچ‌کش علاوه بر موارد فوق، تخم‌های زمستانه‌ی حشرات را نیز از بین می‌برد و البته خاصیت علف‌کشی نیز دارد.

1- DNOC

۲-۴-۱۹ دینوکاپ[1] ($C_{18}H_{24}N_2O_6$)

دینوکاپ با نام‌های تجاری ®Karathane، ®Mildex و ®Crotothane ماده‌ای زرد رنگ است که در سال ۱۹۵۷ سنتز شد. به دو صورت پودر وتابل و امولسیون فرموله می‌شود و دارای 25% ماده خالص و 75% مواد همراه می‌باشد. قارچ‌کش مطلوبی برای کنترل سفیدک‌ها بوده بخصوص گیاهانی که به گوگرد حساس هستند، با این سم به‌طور موفقیت‌آمیزی کنترل می‌شوند.

دینوکاپ قارچ‌کشی تماسی است با خاصیت کنه‌کشی که برای کنترل سفیدک‌های پودری درختان میوه و سایر گیاهان به‌کار می‌رود. در صورت استفاده اختصاصی از این قارچ‌کش جهت مبارزه علیه بیماری لکه سیاه سیب، زمینه طغیان سفیدک‌ها در نقاط مرطوب فراهم می‌شود. اما در صورتی که در شرایط مناسب و مطلوب از این قارچ‌کش علیه سفیدک سیب استفاده شود، از ایجاد آلودگی ثانویه توسط بیماری لکه سیاه به‌صورت محافظت کننده جلوگیری می‌شود. این قارچ‌کش دارای خاصیت کنه‌کشی نیز می‌باشد که روی کنه قرمز اروپایی درختان میوه (Pananychus spp) و کنه تار عنکبوتی (Tetranychus spp) مؤثر است، بنابراین به‌صورت دو منظوره می‌توان از آن استفاده نمود که در این شرایط مصرف کنه‌کش‌ها تا حدودی منتفی می‌شود. برخی محققین معتقدند که خاصیت گیاه‌سوزی دینوکاپ مربوط به دی‌نیتروفنل و خاصیت قارچ‌کشی آن مربوط به اسید کروتونیک روی سفیدک‌های حقیقی سیب و جو می‌باشد که اسید کروتونیک هیچ‌گونه تأثیری روی دو سفیدک مزبور ندارد و در حقیقت ساختار کلی این ترکیب استرفنل است که اثرات قارچ‌کشی را اعمال می‌کند.

سمیت این قارچ‌کش روی جانوران خونگرم بسیار پایین می‌باشد (LD50=9400mg/kg) و بر اساس آزمایشات انجام شده، امولسیون 25% آن هیچ اثر بدی روی خرگوش‌ها ندارد. در صورت استفاده از این سم به‌صورت گردپاشی، می‌توان 2 تا 4 کیلوگرم دینوکاپ 25% را با 96 تا 98 کیلوگرم خاکستر، پودر تالک یا خاک نرم مخلوط نمود و به این طریق آن‌را مورد استفاده قرار داد. اما در شرایط محلول‌پاشی، پودر وتابل 25% به میزان 30 تا 150 گرم در 100 لیتر آب حل می‌شود و به‌کار می‌رود. قابلیت ترکیب شدن آن با سایر سموم بسیار مطلوب است.

موارد مهم مصرف دینوکاپ عبارتند از:

۱- برای کنترل سفیدک توتون (Erysiphe cichoracearum) از دینوکاپ 48% به نسبت یک در هزار به محض مشاهده علائم بیماری

۲- برای کنترل سفیدک رز (Sphaerotheca pannosa var. rosae) به محض مشاهده علائم

1- Dinocap=2-(1-methyphepty1)-4-6-dinitropheny1 Crotonate

بیماری و به نسبت یک در هزار

۳- برای کنترل سفیدک حقیقی هلـو (S. pannosa var. persicae) از فرمولاسـیون پـودر وتابـل 25% به میزان یک در هزار بعد از ریختن گلبرگ‌ها و هنگام تشکیل میوه

۴- برای کنترل سفیدک حقیقی جالیز (S. fuliginea)، بـه دو شـکل پودرپاشـی و محلـول‌پاشـی به‌کار می‌رود.

۵- برای کنترل سفیدک حقیقـی سـیب (Podosphaera leucotricha)، پـودر 25% دینوکـاپ بـه میزان یک در هزار به محض مشاهده علائـم بیمـاری توصـیه مـی‌شـود. در صـورت پیـشرفت بیماری، در بهار هر 5 تا 6 روز یک‌بار و در تابستان هر ده روز یک‌بار سمپاشـی تکـرار خواهـد شد. برای کسب نتیجه بهتر مویان به نسبت 0.5 در هزار به محلول سمی اضافه می‌شود. نکتـه حائز اهمیت اینکه در گیاهان حـساس و شـرایط آب و هـوایی گـرم و نیـز داخـل گلخانـه‌هـا نسبت‌های خفیف‌تر و در گیاهان مقاوم و هوای سرد و محیط‌های آزاد، نسبت‌های قوی‌تر سـم به‌کار می‌رود. دینوکاپ در دمای بیش از 32 درجه سانتی‌گراد ایجاد گیاه‌سوزی می‌کند، لـذا از مصرف آن در دماهای مزبور باید اجتناب نمود.

۳-۴-۱۹ دیازوبن (Diazoben)

دیازوبن با نام تجاری ®Dexon، به‌صورت ضد عفونی کننده خاک و بذر علیه مرگ گیاهچه و پوسـیدگی ریـشه گیاهــان زینتــی، ســبزیجات و میــوه‌جــات ناشــی از قــارچ‌هــای خــاکزی .Pythium spp، Phytophthora spp و Aphanomyces spp. به‌کار می‌رود.

۴-۴-۱۹ بایفنیل[1] ($C_{12}H_{10}$)

بایفنیل به‌طور وسیعی برای کنترل بیماری‌های پس از برداشت مرکبات در اثر قارچ‌هـای .Botrytis spp، .Diplodia spp، Penicillium spp و Phomopsis spp. به‌کار می‌رود. بایفنیل یک ماده فـرار اسـت و در حمل و نقل مواد گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌طوری که گیاهان تحـت تیمـار را در اثـر تبخیـر مواد سمی موجود در آن محافظت می‌کند.

لازم به توضیح است که در برخـی منـابع علمـی، DNOC، Dinocap، Diazoben و Biphenyl در گـروه ترکیبات آروماتیک (Aromatic) طبقه‌بندی می‌شوند. همچنین برخی متخصصین Dinocap را در گـروه

1- Biphenyl

قارچ‌کش‌های بنزیمیدازول (Benzimidazole) قرار می‌دهند.

۵-۴-۱۹ کلرو تالونیل[1] ($C_8Cl_4N_2$)

کلرو تالونیل با نام تجاری Bravo®، یک قارچ‌کش وسیع‌الطیف و مناسب برای انواع لکه برگی‌ها، سفیدک‌های دروغی، زنگ‌ها، آنتراکنوز، اسکاب و پوسیدگی‌های میوه در اغلب سبزیجات، گیاهان زینتی و زراعی و درختان میوه است. فرمولاسیون تجارتی دیگر آن با نام Dacionil 2787® علیه بیماری‌های برگی چمن و برخی گیاهان زینتی به‌کار می‌رود. همچنین فرمولاسیون تجاری Termil® که به‌صورت قرص‌های تدخین شونده است در گلخانه‌ها برای کنترل Botrytis spp روی بسیاری از گیاهان زینتی و نیز انواع کپک‌های برگی و بلایت گوجه‌فرنگی به‌کار می‌رود.

۵-۱۹ کینون‌ها (Quinones)

کینون‌ها به‌طور طبیعی در بسیار از گیاهان وجود دارند و در اثر اکسیداسیون ترکیبات فنلی گیاهان تولید می‌شوند. اغلب کنیون‌ها دارای فعالیت ضد میکروبی می‌باشند و به این ترتیب در راستای مقاومت اولیه‌ی گیاهان به پاتوژن‌ها حائز اهمیت فراوان می‌باشند. قارچ‌کش‌های کینون دارای کاربردهای اختصاصی و محدودی هستند، به‌طوری که تاکنون فقط دو ترکیب از گروه کینون با نام‌های Chloranil و Dichlone به عنوان قارچ‌کش ساخته شده‌اند و فقط Dichlone هنوز نیز به‌صورت تجارتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

دایکلون[2] ($C_{10}H_4Cl_2O_2$)

دایکلون با نام تجاری Phygon®، کارایی مطلوبی علیه برخی پاتوژن‌های قارچی در زمان پس از آلودگی دارد و طی چند ساعت باعث کنترل و جلوگیری از توسعه لکه سیاه می‌شود. همچنین به عنوان ضد عفونی کننده بذر برخی سبزیجات و گیاهان زینتی و نیز برای حفاظت و ریشه‌کنی برخی بلایت‌ها، پوسیدگی‌ها و شانکرهای میوه و سبزیجات به‌کار می‌رود. این قارچ‌کش روی تنفس سلولی اثر دارد، به گروه‌های SH- آنزیم‌ها متصل می‌شود، باعث توقف فعالیت آن‌ها می‌شود و به‌طور غیر مستقیم باعث جدا شدن Oxidative Phosphorilation می‌شود.

1- Chlorothalonil
2- Dichlone

۶-۱۹ ترکیبات ازته هتروسیکلیک یا فتالیمیدها (Phethalimides)

این گروه از ترکیبات قارچ‌کش دارای حلقه‌های ناجور در فرمول گسترده می‌باشند که قارچ‌کش‌های مهمی مانند کاپتان و فولپت در این گروه قرار دارند. این قارچ‌کش‌ها دارای $SCCl_3$- در فرمول خود می‌باشند که برای قارچ‌ها سمی است، در واقع اثر قارچ‌کشی این ترکیبات به قسمت تری‌کلرومتیل‌تیو مربوط می‌شود. قارچ‌کش‌های این گروه دارای نقاط اثر مختلفی هستند و سمیت آن‌ها احتمالاً مربوط به جلوگیری از سنتز ترکیبات آمینو و آنزیم‌های دارای گروه SH- می‌باشد. مکانیسم اثر فتالیمیدها به این ترتیب است که، وارد سلول قارچی شده و از فعالیت آنزیم‌هایی که در متابولیسم فسفر دخالت دارند، مانند بعضی از اکسیدازها، دهیدروژنازها و همچنین کوآنزیم A جلوگیری می‌کنند.

۱-۶-۱۹ کاپتان[1] ($C_9H_8Cl_3NO_2S$)

از سال ۱۹۴۵ تحقیقات مشترکی بین دانشگاه Rutgers آمریکا و بخش تحقیقاتی کمپانی نفتی Standard Oil درباره خواص حشره‌کشی، قارچ‌کشی یا علف‌کشی مشتقات نفت آغاز شد. در سال ۱۹۵۰ این دو مرکز، کاپتان ®Orthocide (پودر 50% قابل تعلیق در آب) را به عنوان بهترین نتیجه بررسی‌های خود عرضه کردند. کاپتان با نام‌های تجاری ®Orthocide، ®Dicarboximide، ®Cyclohexene و ®Trichloromethylthio به‌صورت پودر و به رنگ کرم روشن که دارای بوی ملایم و مخصوصی می‌باشد. در شرایط معمولی تبخیر نمی‌شود، در آب نامحلول است و در حرارت کمتر از 60 درجه سانتی‌گراد به مدت طولانی پایدار می‌ماند، اما محلول آن بخصوص در محیط‌های قلیایی به سرعت تجزیه می‌شود. با توجه به اینکه کاپتان در محیط‌های قلیایی و حرارت‌های بالا زود تجزیه می‌شود، لذا نباید آن‌را با آهک و ترکیبات آهک‌دار مخلوط کرد و هنگام مصرف نیز نباید حتی‌المقدور از آب‌های آهکی استفاده کرد. کاپتان با اغلب قارچ‌کش‌ها قابل ترکیب شدن است و آن‌را می‌توان با دینوکاپ، زینب و ترکیبات مسی مخلوط نمود. سمیت کاپتان برای انسان و سایر جانوران بسیار ناچیز است و گیاه‌سوزی آن نیز کمتر از سایر سموم مشابه است. کاپتان یکی از بهترین و مؤثرترین قارچ‌کش‌هایی است که تاکنون ساخته شده است و برای مبارزه با بیماری‌های گیاهی متعددی بخصوص لکه سیاه سیب (Venturia inaequalis) و لکه سیاه گلابی (V. pirina) ترکیبی کارآمد می‌باشد. کارایی بسیار مطلوب این قارچ‌کش باعث شده که به قارچ‌کش معجزه‌آسا (Miracle fungicide) معروف شود. کاپتان در تمامی مواردی که مخلوط بوردو و ترکیبات مسی به‌کار می‌روند، مؤثر می‌باشد و در بسیاری از موارد حتی بهتر از ترکیبات مسی نتیجه

1- Captan

می‌دهد. اما برای حصول نتیجه مطلوب‌تر، سمپاشی باید به‌طور مرتب تکرار شود و در واقع تعداد دفعات سمپاشی آن معمولاً بیشتر از سایر سموم می‌باشد. برای مبارزه با لکه سیاه سیب و گلابی، سه نوبت سمپاشی به‌صورت زیر و به نسبت 2.5 در هزار توصیه می‌گردد. نوبت اول: سمپاشی قبل از باز شدن جوانه‌ها، نوبت دوم: سمپاشی بعد از ریختن گلبرگ‌ها و نوبت سوم: سمپاشی دو هفته بعد از نوبت دوم است. برای مبارزه با بیماری‌های لب شتری هلو و انبونک آلو دو بار سمپاشی به‌صورت زیر توصیه می‌شود. نوبت اول در پائیز و یک ماه بعد از ریختن برگ‌ها و نوبت دوم در طول زمستان و تا قبل از باز شدن گل‌ها می‌باشد که برای این منظور فرمولاسیون اورتوساید 50% به میزان 250 گرم در صد لیتر آب به‌کار می‌رود. برای مبارزه با بیماری‌های گوجه‌فرنگی، سمپاشی اندام‌های هوایی با استفاده از کاپتان (پودر وتابل 50% ارتوساید) به نسبت 2.5 در هزار و در دو نوبت انجام می‌گیرد. نوبت اول به محض مشاهده علائم بیماری و نوبت دوم دو هفته بعد از نوبت اول توصیه می‌شود. برای ضدعفونی بذر غلات، به نسبت یک در هزار پودر کاپتان 75% و همچنین در مورد ضد عفونی بذر چغندر، اسفناج و پنبه به نسبت دو در هزار توصیه می‌گردد.

کاپتان روی سفیدک‌های حقیقی و زنگ‌ها اثری ندارد و به همین دلیل توصیه می‌شود که در صورت لزوم با دینوکاپ و زینب مخلوط گردد. نکته حائز اهمیت اینکه، در مناطق مرطوب در صورت استفاده از کاپتان، سفیدک سیب افزایش پیدا می‌کند و به حالت طغیانی در می‌آید که جهت جلوگیری از این پدیده، مصرف گل گوگرد به نسبت 5% یا دینوکاپ 25% به نسبت 1.25 در هزار به همراه کاپتان توصیه می‌شود.

کاپتان در شادابی و خوش‌رنگی میوه‌ها اثر مطلوبی دارد و درختانی که با کاپتان سمپاشی می‌شوند، میوه‌های خوش‌رنگ‌تری تولید می‌کنند که این موضوع بخصوص در سیب، گلابی، هلو و زردآلو به اثبات رسیده است. همچنین آزمایشات نشان داده است که میوه‌های سمپاشی شده با کاپتان، در انبار به عوامل پوسیدگی مقاومت بیشتری دارند. باقیمانده کاپتان روی میوه‌جات کنسرو شده باعث خوردگی فلز قوطی‌ها می‌شود که این امر باعث تسریع در فساد مواد کنسرو شده می‌شود، به همین دلیل از پاشیدن کاپتان روی میوه‌هایی که جهت تهیه کنسرو به‌کار می‌روند، باید خودداری شود. موارد مصرف کاپتان در سال‌های اخیر محدود شده است و امروزه 80% مصرف کل کاپتان در مبارزه با بیماری‌های سیب و سایر میوه‌های خزان‌دار می‌باشد. از کاپتان به عنوان Germicide در صابون‌ها و چرم نیز استفاده می‌شود. علی‌رغم سمیت پایین آن باید در موقع مصرف احتیاط‌های لازم را اعمال نمود و از پاشیده شدن آن به چشم جلوگیری کرد، زیرا باعث ایجاد خارش و حساسیت شدید می‌شود (LD50=900 mg/kg).

۱۹-۶-۲ فولپت[1] ($C_9H_4Cl_3O_2NS$)

فولپت با نام‌های تجاری ®Folpan Phalthan و Acryptan در سال ۱۹۵۹ به بازار عرضه شد. از نظر طیف عمل و میزان اثر مشابه کاپتان است به علاوه روی برخی سفیدک‌های حقیقی نیز مؤثر است. در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی به مقدار بسیار اندک حل می‌شود. در حالت خشک کاملاً پایدار اما در آب سرد به کندی و در آب گرم یا محیط‌های قلیایی به سرعت تجزیه می‌شود. فولپت سفید رنگ است و بوی مخصوصی شبیه بوی کاپتان دارد. فولپت سمیت کمی برای انسان و سایر جانوران دارد و گیاه‌سوزی آن نیز مانند کاپتان ناچیز است. فولپت یک قارچ‌کش پیشگیری کننده است و البته به عنوان معالجه کننده علیه سفیدک حقیقی انگور نیز مصرف می‌شود. فولپت علیه لکه سیاه سیب در تابستان بهتر از کاپتان نتیجه می‌دهد و همچنین علیه لکه برگی گیلاس کارآمدتر از فربام و کاپتان می‌باشد (LD50=1000mg/kg).

۱۹-۶-۳ کاپتافول[2] ($C_{10}H_9Cl_4NO_2S$)

کاپتافول با نام تجاری ®Difloatan، یک قارچ‌کش حفاظتی آلی است که خصوصیاتی مشابه کاپتان و فولپت دارد. به علاوه، مقاومت غیرمتعارفی نیز نسبت به شرایط نامساعد آب‌وهوایی دارد. بی‌خطر بودن آن برای گیاه باعث شده است که بتوان آن‌را با یک بار مصرف در غلظتی تا سه برابر غلظت معمولی به‌کار برد و برای سمپاشی علیه لکه سیاه سیب، لکه برگی گیلاس، ملانوز مرکبات و بیماری‌های برگی گوجه‌فرنگی کاربرد وسیعی دارد. بدیهی است که چنین سمپاشی‌هایی با غلظت بالا می‌توانند دوره حفاظتی گیاه را افزایش دهند و در نتیجه تعداد سمپاشی‌ها را کاهش دهند که البته آلودگی محیط زیست نیز در این رابطه باید مدنظر قرار گیرد.

۱۹-۶-۴ آیپرودیون[3] ($C_{13}H_{13}Cl_2N_3O_3$)

آیپرودیون با نام‌های تجاری ®Rovrol و ®Chipco-26019، یک قارچ‌کش وسیع‌الطیف است که از جوانه‌زنی و رشد میسلیوم‌ها جلوگیری می‌کند و بیشتر دارای خاصیت حفاظتی می‌باشد تا معالجه کننده. این قارچ‌کش علیه قارچ‌های Botrytis، Monilinia، Sclerotinia، Alternaria، Helminthosporium و Rhizoctonia مؤثر است. آیپرودیون معمولاً روی برگ مؤثر است اما به‌صورت فرو بردن مواد گیاهی برای کنترل بیماری‌های پس از برداشت و ضدعفونی بذر نیز به‌کار می‌رود.

1- Folpet
2- Captafol
3- Iprodion

مهم‌ترین موارد کاربرد آیپرودیون علیه بیماری‌های انگور، کاهو، درختان میوه هسته‌دار و چمن می‌باشد.

۵-۶-۱۹ وینکلوزولین[۱] ($C_{12}H_9Cl_2NO_3$)

وینکلوزولین با نام‌های تجاری ®Ornalin، ®Ronilan و ®Vorlan، علیه قارچ‌های مولد اسکروت (Monilinia، Botrytis و Sclerotinia) به‌کار می‌رود. یک قارچ‌کش تماسی و حفاظتی است که معمولاً به‌صورت محلول‌پاشی روی توت‌فرنگی، کاهو، چمن و گیاهان زینتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶-۶-۱۹ گلایدین[۲] ($C_{21}H_{44}N_2O_2$)

گلایدین یک قارچ‌کش مایع، با خواص مرطوب کنندگی و چسبندگی خوبی است که علیه لکه سیاه سیب و برخی بیماری‌های برگی مانند لکه برگی گیلاس (Coccomyces heimalis) به‌صورت انتخابی عمل می‌کند. مصرف این قارچ‌کش تقریباً محدود شده است و در صورت سنتز، معمولاً به‌صورت ترکیب با قارچ‌کش Dodine و با نام تجاری ®Glyrene عرضه می‌شود.

۷-۶-۱۹ آنیلازین[۳] ($C_9H_5Cl_3N_4$)

آنیلازین با نام تجاری دایرن (®Dyrene)، کارایی مطلوبی در کنترل بیماری‌های قارچی چمن دارد، البته بیماری‌های سبزیجات مانند آنتراکنوز گوجه‌فرنگی را نیز به خوبی کنترل می‌کند. آنیلازین احتمالاً با Thiols و گروه‌های آمینو واکنش می‌دهد، بنابراین می‌تواند روی بسیاری از فرایندهای سلولی قارچ‌ها مؤثر باشد.

۷-۱۹ سایر قارچ‌کش‌های آلی حفاظتی

ترکیبات آلی قارچ‌کش بسیار متنوع هستند و می‌توانند به عنوان قارچ‌کش‌های حفاظتی کارآمد به‌کار برده شوند، اما کاربرد برخی از آن‌ها بسیار محدود است. در این قسمت به چند قارچ‌کش آلی دیگر اشاره می‌شود.

1- Vinclozolin
2- Glyodin
3- Anilazine

۱۹-۷-۱ دودین[1] ($C_{15}H_{33}N_3O_2$)

دودین با نام شیمیایی Dodecylguanidine Monoacetate و نام‌های تجاری ®Syllit، ®Melprex، ®Cyprex، ®Doguadine و ®Tsitrex از ترکیب یک باز قوی (گوانیدین) و یک اسید ضعیف (اسید آرسنیک) تشکیل شده است. به شکل پودری سفید رنگ و غیر قابل تبخیر است که اندکی در آب داغ محلول است و در 136 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. این قارچ‌کش به‌صورت فرمولاسیون‌های پودر وتابل 65% و 80% می‌باشد که در ایران معمولاً بصورت پودر وتابل 65% عرضه می‌شود. در شرایط انباری معمولی تا مدتی سم پایدار می‌ماند اما در محیط‌های با pH قلیایی یا اسیدی شدید تجزیه می‌شود، بنابراین مخلوط کردن آن با محلول بوردو و جوشانده گوگرد و آهک توصیه نمی‌شود. همچنین این قارچ‌کش را نباید با حشره‌کش مالاتیون و روغن‌ها مخلوط کرد. این ماده با اغلب قارچ‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و نماتدکش‌ها قابل ترکیب می‌باشد. دوام سم روی گیاه مطلوب بوده و به تجربه ثابت شده که حتی بعد از بارندگی طولانی نیز مقدار باقیمانده سم روی برگ‌ها به حدی است که عمل حفاظت را انجام دهد. حد مجاز باقیمانده سم روی سیب 5 ppm و روی گردو 3.0 ppm می‌باشد. دوره کارنس سم روی محصول هفت روز است که به این ترتیب یک هفته قبل از برداشت محصول باید عملیات سمپاشی روی محصول قطع گردد. دودین، قارچ‌کشی حفاظتی است که تا حدودی خاصیت معالجه کننده نیز دارد. این قارچ‌کش اثر بسیار مطلوب روی قارچ Venturia inaequalis (عامل بیماری لکه سیاه سیب) در باغ‌های میوه دارد و باعث توقف هاگ‌زایی قارچ مزبور می‌شود. دودین علاوه بر تأثیر روی لکه سیاه سیب و گلابی، روی بیماری صفحه غربالی گیلاس نیز مؤثر است. خاصیت مطلوب دیگر این قارچ‌کش، جلوگیری از طغیان کنه‌های قرمز می‌باشد که به این ترتیب در صورت مصرف دودین، نیازی به مصرف کنه‌کش‌ها نخواهد بود. اگرچه سمیت دودین پایین است (LD50=1000-1500 mg/kg) اما تماس آن با پوست بدن باعث ایجاد خارش شده و در صورت استنشاق پودر آن، به شش‌ها آسیب وارد می‌شود.

میزان مصرف دودین برای کنترل بیماری لکه سیاه سیب به نسبت 1.5 در هزار می‌باشد که حداقل سه نوبت باید مصرف شود. نوبت اول از مرحله باز شدن جوانه‌ها تا قبل از باز شدن گل‌ها، نوبت دوم بعد از ریختن گل‌ها و نوبت سوم ده روز بعد از نوبت دوم می‌باشد. به‌منظور پیشگیری از بروز و توسعه بیماری مزبور، سم دودین به نسبت 0.5 در هزار توصیه می‌شود و سمپاشی باید قبل از ظهور علائم بیماری آغاز و هر ده روز تکرار گردد. بر اساس پژوهش‌های محققین، استفاده از سم دودین در نه سال متوالی، موجب کاهش تأثیر روی لکه سیاه سیب می‌شود که به این ترتیب احتمال بروز مقاومت عامل بیماری در برابر این قارچ‌کش وجود دارد. ضمن اینکه اخیراً نژادهای مقاومی از قارچ V. inaequalis گزارش شده

1- Dodin

که به دودین مقاوم می‌باشند. همچنین بر اساس تحقیقات انجام شده، مصرف این سم در نواحی مرطوب باعث ایجاد زبری (Russetting) روی میوه سیب (بخصوص واریته سیب زرد) می‌شود. مصرف این قارچ‌کش روی میوه‌های هلو و آلو و نیز مصرف آن در مواقع یخبندان به علت ایجاد خسارت روی گیاهان، توصیه نمی‌شود. دودین در برخی منابع علمی جزء ترکیبات Aliphatic Nitrogen طبقه‌بندی می‌گردد.

نحوه تأثیر دودین به این ترتیب است که به سرعت توسط سلول‌های قارچی جذب شده و باعث ایجاد شکاف در سلول‌های مزبور می‌گردد که مکانیسم تأثیر آن ایجاد تغییر در نفوذپذیری غشای سلولی می‌باشد. همچنین تحقیقات نشان داده که هسته Guanidine دودین مانع سنتز RNA می‌شود.

۱۹-۷-۲ دیکلوفلوآنید[۱] ($C_9H_{11}Cl_2FN_2O_2S_2$)

دیکلوفلوآنید با نام تجاری ®Elvaron، یک قارچ‌کش تقریباً جدید و وسیع‌الطیف است که در اغلب مناطق دنیا استفاده می‌شود و دارای اثر اختصاصی روی قارچ‌های جنس Botrytis می‌باشد.

۱۹-۷-۳ اتری‌دیازول[۲] ($C_5H_5Cl_3N_2OS$)

اتری‌دیازول یک قارچ‌کش وسیع‌الطیف است که برای ضد عفونی خاک و بذر علیه پاتوژن‌های خاکزی به‌کار می‌رود. اتری‌دیازول بخصوص روی Pythium spp مؤثر است اما روی Rhizoctonia solani تأثیر کمتری دارد، درجه سمیت آن (LD50=1028mg/kg)

۱۹-۸ قارچ‌کش‌های حاوی کلر

قارچ‌کش‌های متعددی در این گروه قرار دارند که مهم‌ترین آن‌ها سدیم پنتاکلروفنات و کاپتان می‌باشند. سدیم پنتاکلروفنات به عنوان یک قارچ‌کش زمستانی علیه پوسیدگی قهوه‌ای بادام به‌کار می‌رود. ترکیب مزبور دارای خاصیت علف‌کشی و حشره‌کشی نیز می‌باشد، همچنین به عنوان یک سم محافظت کننده برای مبارزه با موریانه‌ها به‌کار می‌رود. فرم استری این ماده نیز برای کنترل پوسیدگی‌های قارچی چوب‌ها و نیز علیه حشرات چوب‌خوار مورد استفاده قرار می‌گیرد. نمک سدیم این قارچ‌کش در اماکن مرطوبی که قارچ‌های ساپروفیت رشد می‌کنند، به عنوان ضد عفونی کننده عمومی به‌کار برده می‌شود. قارچ‌کش معروف و مهم دیگر در این گروه کاپتان است که در بخش ترکیبات ازته هتروسیکلیک به‌طور

1- Dichlofluanid
2- Etridiazol

مبسوط مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین بر اساس طبقه‌بندی‌های انجام شده در برخی منابع علمی، قارچ‌کش‌های کلرانیل (Chloranil)، دیکلران (Dichloran) و فولپت (Folpet) نیز به دلیل دارا بودن اتم کلر در ساختمان خود، جزء قارچ‌کش‌های حاوی کلر محسوب می‌شوند، اما در اغلب منابع علمی جدید و نیز در کتاب حاضر به ترتیب در قسمت‌های کینون‌ها، ترکیبات بنزن و ترکیبات ازته هتروسیکلیک طبقه‌بندی شده و مورد بررسی قرار گرفتند. بنابراین از توضیح مجدد در رابطه با آن‌ها خودداری می‌شود.

فصل بیستم

قارچ‌کش‌های سیستمیک (Systemic Fungicides)

با پیدایش قارچ‌کش‌های مختلف محققین همواره سعی داشتند تا ترکیباتی را تولید کنند که توانایی نفوذ در گیاه را داشته و با حرکت در گیاه به نقطه هدف برسند. با کشف آنتی‌بیوتیک‌های ضد قارچی در دهه ۱۹۵۰، هدف مزبور تا حدی تأمین گردید اما با توجه به عدم صرفه اقتصادی در کاربرد آنتی‌بیوتیک‌ها و اثرات سوء آن‌ها روی محیط زیست، استفاده از آن‌ها در سطح وسیع فراگیر نشد. خاصیت سیستمیکی Tiabendazol در سال ۱۹۶۲ کشف شد و به دنبال آن Vonschme و Kulka در سال ۱۹۶۶ خاصیت قارچ‌کشی و سیستمیکی ترکیبات Carboxamide را گزارش نمودند که به این ترتیب از آن سال عصر قارچ‌کش‌های سیستمیک آغاز گردید. در ابتدا متخصصین مبارزه با بیماری‌های گیاهی و مدیریت آفات انتظار داشتند که قارچ‌کش‌های سیستمیک جایگزین قارچ‌کش‌های حفاظتی شوند، زیرا قارچ‌کش‌های سیستمیک عموماً در دز پایین مؤثر بودند، اما تا سال ۱۹۷۹، قارچ‌کش‌های سیستمیک فقط حدود 20% از کل قارچ‌کش‌های مورد مصرف را تشکیل می‌دادند که از نظر میزان وزنی 3 تا 4 درصد تمامی قارچ‌کش‌های تولید شده بود.

اغلب قارچ‌کش‌های سیستمیک حرکت محدودی در گیاهان دارند و معمولاً نیز از مسیر آپوپلاست (Apoplast) و از طریق آوندهای چوب حرکت می‌کنند. اگر توسط ریشه جذب شوند به خوبی به سمت برگ‌ها حرکت می‌کنند، در برگ‌ها باقی می‌مانند و قادر به جابه‌جایی از برگ‌های مسن به برگ‌های در حال رویش و فعال نیستند. بنابراین قسمت‌های در حال رویش گیاه نیاز به مصرف مرتب قارچ‌کش از طریق خاک یا برگ دارند تا بافت‌های جدید نیز مورد محافظت قرار گیرند. هر چند، اغلب قارچ‌کش‌های سیستمیک به خوبی از طریق مسیر سیم‌پلاست (Simplast) منتقل نمی‌شوند، اما تعداد اندکی از آن‌ها هنگامی که وارد برگ می‌شوند توانایی انتقال به ریشه‌ها را دارا می‌باشند. از قارچ‌کش‌های سیستمیک مشهور می‌توان Pyroxychlor و Alliette (Aluminum Monoethyl Phosphites) را نام برد که هر دو ترکیب جزء قارچ‌کش‌های اختصاصی برای قارچ‌های Oomycetes هستند و به‌خوبی از طریق

برگ‌ها به ریشه‌ها منتقل می‌شوند. اغلب قارچ‌کش‌های سیستمیک انتخابی و اختصاصی عمل می‌کنند تا حفاظتی، به همین دلیل مقاومت قارچ‌ها به آن‌ها، یکی از مشکلات مهم در کاربرد آن‌ها محسوب می‌شود. قارچ‌کش‌های سیستمیک باید دارای خواص زیر باشند تا بتوان آن‌ها را جزء این گروه از قارچ‌کش‌ها طبقه‌بندی نمود:

۱- جذب گیاه شوند.

۲- در گیاه منتقل شوند و به محل آلودگی برسند.

۳- روی پاتوژن هدف موثر باشند.

۴- در بافت‌های گیاهی به سرعت دگرگون نشوند و روی بافت‌ها نیز اثرات نامطلوب نداشته باشند.

قارچ‌کش‌های سیستمیک را می‌توان در گروه‌های اصلی زیر طبقه‌بندی نمود:

۱- ترکیبات بنزیمیدازول (Benzimidazoles)

۲- ترکیبات کاربوکسامید یا اکسانتین (Carboxamides - Oxanthin)

۳- ترکیبات تیوفانیت (Thiophanates)

۴- ترکیبات مورفولین (Morpholines)

۵- ترکیبات آسیل‌آلانین (Acylalanines)

۶- ترکیبات فسفره آلی (Organophosphates)

۷- ترکیبات پیریمیدین و هیدروکسی‌پیریمیدین (Pyrimidines & Hydroxypyrimidines)

۸- ترکیبات تریازول (Triazoles)

۹- ترکیبات گوانیدین (Guanidines)

۱۰- سایر قارچ‌کش‌های سیستمیک

۲۰-۱ ترکیبات بنزیمیدازول (Benzimidazoles)

در بین قارچ‌کش‌های سیستمیک بنزیمیدازول‌ها بیشترین مصرف را در مدیریت بیماری‌های گیاهی دارند. در طی دهه ۱۹۷۰، مصرف قارچ‌کش‌های جدید با بنزیمیدازول‌ها آغاز شد. این قارچ‌کش‌ها وقتی توسط ریشه گیاهان جذب شوند، از طریق آوندهای چوبی به برگ‌ها می‌رسند و آلودگی برگی و آوندی را به‌خوبی کنترل می‌کنند. هنگامی که بنزیمیدازول‌ها برای ضد عفونی بذر استفاده می‌شوند، باعث

کنترل توسعه و گسترش پاتوژن‌های بذر می‌شوند. بنزیمیدازول‌ها همچنین باعث کنترل بیماری‌های ناشی از قارچ‌های Botrytis cineres و Sclerotinia scleretiorum است که در گلبرگ گل‌های سیب باشند. همچنین هنگامی که در پائیز روی برگ‌های سیب آلوده به لکه سیاه پاشیده شوند، قدرت زمستان‌گذرانی قارچ را کاهش می‌دهد.

اغلب بنزیمیدازول‌ها در بافت‌های برگ‌های فعال تجمع پیدا می‌کنند و تعداد معدودی از آن‌ها از بافت‌های مسن به بافت‌های جوان منتقل می‌شوند. بنزیمیدازول‌ها علاوه بر روغن‌ها، با سایر مواد کاهنده کشش سطحی یا سورفکتانت‌ها نیز به‌صورت مخلوط سمپاشی می‌شوند. بنزیمیدازول‌ها تأثیر بسیار کمی روی Oomycetes و اثر متوسطی روی Basidiomycetes و برخی قارچ‌های ناقص مانند Helminthosporium، Alternaria و Stemphylium با اسپورهای تیره و چند سلولی دارند. اغلب بنزیمیدازول‌ها در آب یا حتی قبل و یا بعد از نفوذ به بافت گیاه تبدیل به Methy1 Benzimidazole Carbomate (MBC) می‌شوند که ماده اخیر در تقسیم سلولی دخالت می‌کند. مکانیسم اثر MBC به این ترتیب است که به Microtubular Protein متصل شده و باعث از هم گسیختگی در مهاجرت کروموزوم‌ها در طول تقسیمات میوز و میتوز می‌شود. بنزیمیدازول‌ها کنه‌کش نیز بوده و موقعی که روی برگ‌ها پاشیده شوند، جمعیت کنه‌ها را کاهش می‌دهند و در مواردی نیز جمعیت کنه‌های شکارچی را نیز کاهش داده و باعث مشکل‌تر شدن کنترل کنه‌های گیاهی می‌گردند. بنزیمیدازول‌ها برخی ارگانیسم‌های خاکزی مفید مانند کرم‌های خاکی یا موجودات مضر خاک مانند نماتدهای انگل گیاهی را نیز کنترل می‌کنند. بنزیمیدازول‌ها دارای اثر انتخابی هستند و این اثر انتخابی باعث اشاعه پاتوژن‌های ثانویه می‌شود. مهم‌ترین ترکیبات این گروه شامل قارچ‌کش‌های بنومیل، تیابندازول و کاربندازیم می‌باشند که به اختصار در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲۰-۱-۱ بنومیل[1] ($C_{14}H_{18}N_4O_3$)

بنومیل با نام تجاری Benlate® و نام شیمیایی Methy1-1 (Butylcarbony1) 2-Benzimidazole Carbamic Acid، اولین قارچ‌کش سیستمیک است که به بازار عرضه شد. این سم به‌صورت کریستال‌های سفید رنگ و با قدرت تبخیر بسیار پایین است که در آب و روغن نامحلول می‌باشد. این قارچ‌کش به‌صورت پودر تابل 50 و 65% یا به‌صورت مخلوط با سایر قارچ‌کش‌ها (مانند مانب و تیرام) عرضه می‌شود. سمیت این قارچ‌کش روی جانوران خونگرم بسیار پایین (LD50=9590mg/kg) بوده و در آزمایشات انجام شده روی موش‌های آزمایشگاهی با خوراندن 100، 500، 2500 میلی‌گرم به مدت 90

1- Benomyl

روز هیچ‌گونه آثار سوء و مخربی ایجاد نشده است. سازگاری و قابلیت ترکیب آن با اغلب سموم بسیار خوب است اما ترکیب آن با سموم قلیایی مانند مخلوط بوردو یا مواد قلیایی با pH بالا (9 تا 10) توصیه نمی‌شود، زیرا در این صورت مولکول سم می‌شکند، خاصیت قارچ‌کشی آن از بین می‌رود و ماده‌ای به‌وجود می‌آید که خاصیت سرطان‌زایی خواهد داشت. بنومیل به حرارت مقاوم است و شکسته نمی‌شود، به همین دلیل برای استفاده در محیط‌های کشت انتخابی نیز مناسب است.

بنومیل دوام بسیار خوبی در خاک داشته و تا 16 هفته در خاک باقی می‌ماند. این قارچ‌کش روی نماتدها نیز مؤثر است و توانایی از بین بردن نماتدهای خاکزی را دارد. روی سبزیجات و گیاهان زینتی به‌طور سیستمیک عمل می‌کند و در صورتی که این قارچ‌کش را به خاک گلدان اضافه نمایند، توسط ریشه‌ها جذب و از طریق آوندها به‌طرف بالا رفته و توسط رگبرگ اصلی در سطح برگ پخش می‌شود. نکته قابل توجه اینکه، تاکنون گزارشی در مورد مسیر حرکت سم از برگ‌ها به طرف ریشه ارائه نشده و در صورت استفاده از آن روی درختان میوه، تأثیر آن به‌صورت سیستمیک نبوده بلکه حالت محافظت کننده دارد. بنومیل در آب هیدرولیز شده و به MBC و Butylamine تبدیل می‌شود که Butylamine تولید شده باعث تحریک نوعی فیتوآلکسین با نام Hydroxyphaseolin درگیاه سویا می‌شود.

بعد از جذب سم، غلظت آن در گیاه میزبان کم می‌شود. مخلوط قارچ‌کش بنومیل با روغن‌های زمستانی (در سمپاشی‌های زمستانه) موجب نابودی کنه‌ها شده، همچنین از تشکیل Sporodochium قارچ عامل پوسیدگی قهوه‌ای درختان میوه جلوگیری می‌نماید. مصرف این سم حتی 48 ساعت بعد از آلودگی نیز باعث کنترل عامل بیماری لکه سیاه سیب و گلابی (Venturia spp.) می‌گردد، به‌طوری که مصرف آن روی شاخ و برگ درختان سیب از تشکیل اندام‌های بارده جنسی قارچ عامل بیماری جلوگیری می‌نماید. نکته جالب توجه در رابطه با بنومیل اینکه، بساک پرچم در درختان میوه هسته‌دار، به قارچ Monilia spp (عامل بیماری پوسیدگی قهوه‌ای) حساسیت فراوان دارد و بنومیل نیز پس از سمپاشی درختان میوه دقیقاً به این قسمت گیاه منتقل شده و مستقر می‌شود. در صورت استفاده از این قارچ‌کش روی درختان زردآلو، باز شدن گل‌ها به مدت ده روز به تأخیر می‌افتد و این پدیده برای نقاطی که سرمای زودرس دارند، مطلوب می‌باشد.

بنومیل دارای کاربرد وسیعی است و روی طیف وسیعی از عوامل بیماری‌زا مؤثر می‌باشد. مهم‌ترین عوامل بیماری‌زایی که این قارچ‌کش روی آن‌ها اثرات مطلوبی دارد، عبارتند از: Monilinia fructicula و M. fructigena (عامل بیماری پوسیدگی قهوه‌ای درختان میوه هسته‌دار)، Podosphaera leucotricha (عامل بیماری سفیدک حقیقی سیب)، Venturia inaequealis (عامل بیماری لکه سیاه سیب)، Botrytis cinerea (عامل انواع پوسیدگی‌های لوبیا و گیاهان جالیزی)، Colletotrichum lagenarium

(عامل بیماری آنتراکنوز خیار)، Erysiphe cichoracearum (عامل بیماری سفیدک کدوئیان)، Septoria spii (عامل بیماری لکه قهوه‌ای کرفس)، Cercospora beticola (عامل بیماری لکه خاکستری چغندر قند)، .Fusarium sp، Verticillium sp و Rhizoctonia sp (عوامل پوسیدگی ریشه و نیز بیماری‌های آوندی سبزیجات، پنبه و غیره)، Penicillium spp (عامل انواع پوسیدگی‌های میوه‌جات، بذر غلات و غده گیاهان) و Ceratocystis ulmi (عامل بیماری مرگ هلندی نارون یا Dutch Elm Disease). همچنین بیماری‌های انباری سیب و موز در اثر ابتلا به قارچ Gloeosporium sp و نیز پوسیدگی پرتقال بر اثر قارچ Penicillium sp با سمپاشی یک در هزار پودر وتابل کنترل می‌شود.

بنومیل علاوه بر اثرات مطلوب ذکر شده، دارای برخی اثرات نامطلوب نیز هست که عبارتند از:

۱- این قارچ‌کش موتاژن (جهش‌زا) می‌باشد، به‌طوری که باعث شده نژادهای مقاومی از قارچ‌های بیماری‌زا نسبت به این قارچ‌کش به‌وجود آیند. مقاومت به بنومیل اولین بار در قارچSphaerotheca fuligines و سپس در قارچ‌های دیگری مانند Penicillium digitatum، P. italicum و P. expansum گزارش شده است.

۲- عدم تأثیر آن روی فیکومیست‌ها (Phycomycetes) و زیگومیست‌ها (Zygomycetes) مانند Rhizopus spp.. 3- این قارچ‌کش روی عامل بیماری پژمردگی ناشی از قارچ ورتیسیلیوم (Verticillium spp.) در محیط‌های خنثی مؤثر می‌باشد، اما کاربرد آن روی نژادی از قارچ مزبور که در محیط‌های اسیدی (pH=4) زندگی می‌کند، مؤثر نیست.

۲-۱-۲۰ تیابندازول[1] ($C_{10}H_7N_3S$)

تیابندازول با نام‌های تجاری Tecto®، Mertect® و Storite® به‌صورت پودر وتابل 40% و 60% به بازار عرضه می‌شود. این قارچ‌کش فاقد گیاه‌سوزی بوده و نیز سمیت زیادی برای انسان و جانوران خونگرم ندارد، اما احتیاط‌های لازم هنگام سمپاشی باید رعایت گردد. تیابندازول به عنوان قارچ‌کش بعد از برداشت کاربرد دارد و معمولاً برای جلوگیری از بروز بیماری‌های انباری مانند پوسیدگی میوه مرکبات، سیب، گلابی، موز، سیب‌زمینی و کدو به‌کار می‌رود. مهم‌ترین قارچ‌هایی که توسط این قارچ‌کش کنترل می‌شوند شامل Botrytis، Aspergillus، Fusarium، Penicillium، Rhizopus، Verticillium، Thielaviopsis و Cercospora می‌باشند. درجه سمیت آن (LD50=3100mg/kg) است.

1- Thiabendazol

۳-۱-۲۰ کاربندازیم[1] ($C_9H_9N_3O_2$)

این قارچ‌کش با نام‌های تجاری ®Bavuistin، ®Lignasan و ®Derosal به‌صورت پودر وتابل 50% و 60%، گرانول 10% و گرد 5% و 10% به بازار عرضه می‌شود. کاربندازیم برای کنترل برخی قارچ‌های بیماری‌زای درختان میوه، سبزیجات، غلات، گیاهان زینتی و مو مصرف می‌شود. تزریق محلول‌های نمکی کاربندازیم بخصوص ترکیبات هیدروکلراید و هیپوفسفید کاربندازیم به تنه درختان نارون تا حدی باعث کنترل بیماری مرگ درختان نارون می‌شود. کاربندازیم روی تعداد زیادی از قارچ‌های آسکومیست و قارچ‌های ناقص و تعدادی از بازیدیومیست‌ها اثر مطلوب دارد و سبب کنترل لکه سیاه سیب و گلابی، سفیدک پودری سیب و انگور، ورتیسلیوز و فوزاریوز می‌شود. همچنین به نسبت 1 تا 2 در هزار برای سمپاشی و یا ضد عفونی بذر به‌کار می‌رود. این قارچ‌کش روی قارچ‌های Botrytis، Cercospora، Sclerotinia، Phomopsis، Rhizoctonia و Penicillium مؤثر می‌باشد. سمیت کاربندازیم روی انسان و جانوران خونگرم ناچیز است و نیز فاقد خاصیت گیاه‌سوزی است (LD50 > 15000mg/kg)

۲-۲۰ ترکیبات کاربوکسامید یا اکسانتین

(Carboxamides = Oxantiin)

این گروه از قارچ‌کش‌ها به ترکیبات اسید کربوکسیلیک آنیلید یا آنیلید نیز مشهور هستند. مهم‌ترین قارچ‌کش‌های این گروه کربوکسین (Carboxin) و اکسی‌کربوکسین (Oxycarboxin) می‌باشند که به‌طور اختصاصی روی سیاهک‌های آشکار و زنگ‌ها تأثیر مطلوب دارند. این ترکیبات از طریق آپوپلاست منتقل می‌شوند و به‌طور اختصاصی روی قارچ‌های بازیدیومیست مؤثر هستند. هنگامی که روی بذرهای غلات آلوده به سیاهک آشکار به‌کار برده شوند، باعث جلوگیری از گسترش سیاهک می‌شوند. کربوکسین و اکسی‌کربوکسین بیشترین استفاده را به ترتیب در ضد عفونی بذر غلات و کنترل زنگ‌ها دارند. ترکیبات کاربوکسامید در تنفس سلولی قارچ‌های حساس دخالت می‌کنند و محل تأثیر آن‌ها آنزیم سوکسینیت دهیدروژناز است. هرچند هنوز دلیل انتخابی بودن آن‌ها معلوم نشده است، اما احتمالاً ناشی از تجمع افتراقی یا حساسیت افتراقی همه فرایندهای تنفس سلولی است. با توجه به اثر انتخابی و فعالیت افتراقی ترکیبات کاربوکسامید، انتظار بروز پدیده مقاومت نیز وجود دارد، اما مقاومت در مزرعه غیر معمول است و تاکنون نیز گزارش نشده است. عدم بروز مقاومت در مزرعه به این دلیل می‌باشد که این ترکیبات صرفاً

1- Carbendazim

به‌صورت ضد عفونی بذر و به مقدار اندک به‌کار برده می‌شوند، بنابراین معمولاً تعداد اندکی از پاتوژن در معرض قارچ‌کش قرار می‌گیرند. از گروه کاربوکسامید یا اکسانتین، دو قارچ‌کش دیگر (Calirus) ®Benidanil و (Sicarol) ®Pyracarbolid نیز وجود دارند که روی برخی قارچ‌های بازیدیومیست مؤثر هستند. اما اهمیت قارچ‌کش‌های کربوکسین و اکسی‌کربوکسین به مراتب بیشتر بوده و کاربرد آن‌ها نیز رایج‌تر است که به همین دلیل در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲۰-۲-۱ کربوکسین[1] ($C_{12}H_{13}NO_2S$)

کربوکسین با نام تجاری ®Vitavax، به‌صورت پودر وتابل 75%، گرد 10% و سوسپانسیون 34% عرضه می‌شود. این قارچ‌کش معمولاً با یک قارچ‌کش حفاظتی دی‌تیوکاربامات مانند تیرام مخلوط می‌شود و به‌صورت Carboxin-thiram به‌کار می‌رود. کربوکسین به میزان بسیار اندک (17% در آب 25 درجه سانتی‌گراد) در آب محلول است اما در استون به میزان 60% محلول است. این ترکیب مخلوطی از دو نوع کریستال است که درجه ذوب آن‌ها نیز متفاوت است. نوع اول در درجه حرارت بین 91.5 تا 92.5 و نوع دوم بین 98 تا 100 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. سمیت کربوکسین روی انسان و جانوران خونگرم پایین می‌باشد و برای گیاهان در دزهای توصیه شده فاقد گیاه‌سوزی است. این قارچ‌کش برای کنترل سیاهک آشکار گندم و جو به‌صورت ضد عفونی بذر به‌کار می‌رود و علیه مرگ گیاهچه ناشی از Rhizoctinia نیز مؤثر می‌باشد. برای ضد عفونی بذر گندم و جو معمولاً از پودر وتابل 1.5 تا 2 در هزار استفاده می‌شود. همچنین قارچ‌های عامل سیاهک آشکار یولاف (Ustilago avenae) و سیاهک سخت جو (U. hordei) و سیاهک پنهان گندم (Tilletia laevis) که پاتوژن‌های سطحی بذر هستند، با مصرف 1.5 تا 2 در هزار کوبوکسین کنترل می‌شوند. کربوکسین از رشد قارچ‌های Phoma، Rosellinia و Venturia روی پنبه جلوگیری می‌کند، اما اثر آن روی قارچ‌های Fusarium، Helmenthosporium و Phytophthora گلرنگ ناچیز است (LD50=3820mg/kg).

۲۰-۲-۲ اکسی‌کربوکسین[2] ($C_{12}H_{13}NO_4S$)

اکسی‌کربوکسین در سال ۱۹۶۸ توسط شرکت Uniroyal و با نام تجاری ®Plantvax به‌صورت پودر وتابل 75% و محلول 5% ساخته شد. این قارچ‌کش برای مبارزه با زنگ‌ها بخصوص زنگ میخک و نیز Rhizoctonia spp و Puccinia horiana به‌کار می‌رود. برای کنترل زنگ میخک، اکسی‌کربوکسین به میزان 5-10 ppm به‌صورت آب آبیاری در پای بوته‌های میخک ریخته می‌شود یا به نسبت یک در هزار

1- Carboxin
2- Oxycarboxin

و به‌صورت سمپاشی روی برگ‌های آلوده به‌کار می‌رود. سمیت اکسی‌کربوکسین برای انسان و جانوران خونگرم اندکی بیشتر از کربوکسین می‌باشد.

۳-۲۰ ترکیبات تیوفانیت (Thiophanates)

ترکیبات تیوفانیت در برخی منابع، در گروه ترکیبات بنزیمیدازول نیز طبقه‌بندی می‌شوند. این ترکیبات بر اساس عامل تیوره (Thiorea) می‌باشند. دو ترکیب مهم شامل تیوفانیت (Thiophanates) و تیوفانیت‌متیل (Methyl Thiophanates) به بازار مصرف عرضه می‌گردند که ترکیب اول کاربرد بیشتری در کنترل بیماری‌های گیاهی دارد و در زیر مورد بررسی مختصر قرار می‌گیرد.

۱-۳-۲۰ تیوفانیت[1] ($C_{14}H_{18}N_4O_4S_2$)

این قارچ‌کش توسط کمپانی ژاپنی Nippon soda با نام‌های تجاری Topsin® و Cercobin® و به‌صورت پودر وتابل 50% عرضه می‌گردد. سمیت تیوفانیت پایین بوده و نیز فاقد خاصیت گیاه‌سوزی می‌باشد. تیوفانیت علیه بسیاری از قارچ‌هایی که به ریشه و برگ گرامینه‌های چمنی حمله می‌کنند، مؤثر است. به علاوه این قارچ‌کش روی لکه سیاه سیب، بلاست برنج، ورتیسلیوز، سفیدک‌های حقیقی، فوزاریوز و قارچ‌های Botrytis Cieres، Sclerotinia spp. و Penicillium spp. مؤثر می‌باشد.

۲-۳-۲۰ تیوفانیت متیل[2] ($C_{12}H_{14}N_4O_4S_2$)

این قارچ‌کش با نام تجاری Topsin-M شناخته می‌شود و فرمولاسیون آن پودر وتابل 70% است. این ترکیب سیستمیک بوده و علیه پوسیدگی سفید ریشه، پوسیدگی آرمیلاریائی ریشه درختان میوه سردسیری و سیاهک گندم استفاده می‌شود البته در بیماری‌هایی نظیر لکه سیاه سیب و گلابی، پوسیدگی قهوه‌ای هلو و سفیدک درختان میوه با نسبت 60-50 گرم در 100 لیتر آب مصرف می‌شود. درجه سمیت آن 6640 میلی‌گرم بر کیلوگرم است.

۴-۲۰ ترکیبات مورفولین (Morpholines)

سه قارچ‌کش دودیمورف (Dodemorph)، تری‌دیمورف (Tridemorph) و فن‌پروپی‌مورف (Fenpropimorph) جزء مهم‌ترین قارچ‌کش‌های سیستمیک گروه مورفولین محسوب می‌گردند و به

1- Thiophanate
2- Thiophanate-Methyl

اختصار بررسی می‌شوند.

۲۰-۴-۱ دودیمورف[۱] ($C_{20}H_{39}NO_3$)

این قارچ‌کش با نام تجاری Meltatax® دارای خاصیت پیشگیری کننده و ریشه‌کن کننده می‌باشد و عمدتاً علیه سفیدک‌های پودری و لکه برگی‌های غلات و گیاهان زینتی استفاده می‌شود.

۲۰-۴-۲ تری‌دیمورف[۲] ($C_{19}H_{39}NO$)

این قارچ‌کش با نام‌های تجاری Calixin®، Ringer® و Bardew®، اولین قارچ‌کش سیستمیکی بود که به‌طور تجارتی برای کنترل سفیدک‌های پودری به‌کار گرفته شد و یک ترکیب جلوگیری کننده و ریشه‌کن کننده می‌باشد. Tridemorph را به‌صورت مخلوط با کاربندازیم و مانب نیز بکار می‌برند و برای کنترل سفیدک پودری غلات، زنگ زرد گندم، Eye spot جو و گندم زمستانه و Rhychosporium spp. حائز اهمیت است (LD50=480mg/kg).

۲۰-۴-۳ فن‌پروپی‌مورف[۳] ($C_{20}H_{33}NO$)

این قارچ‌کش با نام‌های تجاری Corbel® و Mistral®، قارچ‌کشی وسیع‌الطیف است که سفیدک سطحی گندم و جو و نیز زنگ زرد و قهوه‌ای غلات را به‌خوبی کنترل می‌کند.

۲۰-۵ ترکیبات آسیل آلانین (Acylalanines)

این ترکیبات علیه قارچ‌های Oomycetes مؤثر هستند. گسترش کاربرد آن‌ها در اواخر دهه ۱۹۷۰ آغاز شد و اولین قارچ‌کش‌های سیستمیک مؤثر علیه این گروه مهم از قارچ‌های بیماری‌زا بودند. دو قارچ‌کش مهم شامل متالاکسیل (Ridomil، Metalaxyl®) و فورالاکسیل (Fongarid، Furalaxyl®) در این گروه قرار دارند.

۲۰-۵-۱ متالاکسیل[۴] ($C_{15}H_{21}NO_4$)

متالاکسیل از مهم‌ترین قارچ‌کش‌های Acylalanines است که در دز پایین علیه قارچ‌های Oomycetes

---

1- Dodemorph
2- Tridemorph
3- Fenpropimorph
4- Metalaxyl

مؤثر می‌باشد. این قارچ‌کش با نام تجاری ®Ridomil برای استفاده در خاک یا روی برگ، با نـام تجـاری ®Apron برای ضد عفونی بذر و با نام تجاری ®Subdue برای استفاده روی چمـن و گیاهـان زینتـی بـه بازار عرضه شده است. متالاکسیل علیه قارچ‌هایی که در بافت آلوده گیاه رشد می‌کنند، نیز مـؤثر اسـت. کاربرد متالاکسیل روی سیب‌زمینی‌های آلوده به قارچ Phytophthora infestans باعث کنتـرل و توقـف گسترش لکه‌های بعدی شده و اسپورزایی قارچ را نیز کنترل مـی‌کنـد، بـه عـلاوه باعـث کـاهش قـدرت جوانه‌زنی اسپورانژیوم‌های تولید شده مـی‌گـردد. ایـن اثـرات، متالاکـسیل را قـادر بـه متوقـف سـاختن اپیدمی‌ها می‌کند. متالاکسیل در کنترل سفیدک دروغی توتون نیز به‌کار برده می‌شـود. مکانیـسم اثـر و نحوه عمل متالاکسیل به‌طور دقیق شناخته نشده است اما آنچه که به اثبات رسیده است اینکه، خاصیت انتخابی آن ارتباطی به ویژگی بازدارنـدگی عمـومی آن روی فراینـدهای قـارچی نـدارد بلکـه بـه حالـت اختصاصی در نحوه عمل آن مربوط می‌شود. مقاومت به متالاکسیل گزارش شده است که به همین دلیل متالاکسیل را معمولاً به‌صورت مخلوط با مانب یا مانکوزب به‌کار مـی‌برنـد. متالاکـسیل مـی‌توانـد بـرای جلوگیری از بیماری‌های ریشه و غده در ضد عفونی بذر نیز به‌کار برده شود، از طرفی چون در آب قابـل حل است، می‌تواند به‌صورت محلول آبی و از طریق خاک جذب ریشه‌ها شود. این قارچ‌کش هنگامی کـه از طریق برگ‌ها و به‌صورت سمپاشی به‌کار گرفته شود، به ریشه‌ها منتقل می‌گردد، اما این مقـدار بـرای حفاظت ریشه‌ها کافی نیست. خاصیت انتخابی متالاکسیل ممکن است به‌طور غیر مستقیم باعث افزایش بیماری‌های ثانویه گردد. به عنوان مثال، در سیب زمینـی اگـر متالاکـسیل بـه تنهـایی اسـتفاده شـود، سفیدک دروغی را کنترل می‌کند اما باعـث افـزایش بیمـاری (Early blight (Alternaria sp مـی‌گـردد (LD50=633mg/kg).

۶-۲۰ ترکیبات فسفره آلی (Organophosphates)

سنتز ترکیبات فسفره آلی که در ساختمان خود دارای اتم فسفر (P) می‌باشند، طی دهـه ۱۹۶۰ فراگیـر شد که مهم‌ترین این قارچ‌کش‌ها به اختصار در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱-۶-۲۰ IPB یا اپیروبنفوس (Iprobenfos) و ($C_{13}H_{21}O_3PS$)

این قارچ‌کش سـال ۱۹۶۵ در ژاپـن سـاخته شـد و بـا نـام تجـاری ®Kitazin بـه بـازار عرضـه گردیـد. اپیروبنفوس روی بلاست برنج، پوسیدگی طوقه و شیت بلایت بـرنج مـؤثر اسـت. مـصرف آن بـه‌صـورت محلول‌پاشی روی برگ‌ها و گرانول‌پاشی در آب شالیزارها معمول می‌باشد. گرانول‌های IPB موقعی که به آب شالیزار افزوده می‌شوند، منبع خوبی از قارچ‌کش را برای جذب و انتقال به گیاه برنج فراهم می‌آورند،

به‌طوری که این قارچ‌کش توسط برگ و ریشه‌های برنج جذب می‌شود و به آسانی در مسیر Apoplast منتقل می‌گردد، اما روی بوته‌های ضعیف برنج ایجاد سوختگی می‌کند. مقاومت به آن در شرایط آزمایشگاهی به سادگی دیده می‌شود اما در شرایط مزرعه تاکنون گزارشی ارائه نشده است. IPB دارای سمیت بالایی است و علاوه بر خاصیت قارچ‌کشی دارای برخی خواص حشره‌کشی نیز می‌باشد که به‌صورت امولسیون 48%، گرانول 17% و گرد 2% وجود دارد. مکانیسم تأثیر IPB به این ترتیب است که از تجمع ماده C14-glucosamine در دیواره سلول‌های میسلیوم قارچ ممانعت می‌کند و روی تنفس یا سنتز پروتئین و اسید نوکلئیک اثری ندارد (LD50=490mg/kg).

۲-۶-۲۰ ادیفنفوس[1] ($C_{14}H_{15}O_2PS_2$)

ادیفنفوس با نام تجاری Hinosan®، مانند سایر ترکیبات فسفره آلی سمیت زیادی روی انسان و جانوران خونگرم و ماهی‌ها دارد. خاصیت سیستمیکی ادیفنفوس چندان زیاد نیست و برخی محققین آن‌را جزء ترکیبات سیستمیک نمی‌دانند. ادیفنفوس به‌صورت امولسیون 50% و گرد 2% عرضه شده است. این قارچ‌کش بلاست و شیت بلایت برنج را به‌خوبی کنترل می‌کند و معمولاً به نسبت 2 در هزار مورد استفاده قرار می‌گیرد (LD50=100-260mg/kg).

۳-۶-۲۰ پیرازوفوس[2] ($C_{14}H_{20}N_3O_5PS$)

پیرازوفوس، یکی دیگر از ترکیبات فسفره آلی است که در بازار با نام‌های تجاری Afugon® و Curamil® وجود دارد. این قارچ‌کش روی سفیدک‌های پودری و هلمنتوسپوریوز گیاهان مختلف مؤثر است (LD50=151-778mg/kg).

۴-۶-۲۰ تریامیفوس (Triamiphos)

تریامیفوس (Triamiphos) با نام تجاری Wepsyn®، از دیگر ترکیبات فسفره آلی است که برای کنترل سفیدک‌های پودری به‌کار می‌رود.

1- Ediphenphos
2- Pyrazophos

۷-۲۰ ترکیبات پیریمیدین و هیدروکسی‌پیریمیدین (Pyrimidines & Hydroxypyrimidines)

ترکیبات پیریمیدین شامل قارچ‌کش‌های ((Bloc®) Fenarimol، Parimol) Nuarimol® و Trimidal (Parnon)® می‌باشد. این قارچ‌کش‌ها علیه برخی بازیدیومیست‌ها و آسکومیست‌ها مؤثر هستند اما کاربرد تجاری وسیعی ندارند. ترکیبات هیدروکسی‌پیریمیدین شامل قارچ‌کش‌های Dimethirimol، Ethirimol و Bupirimate می‌باشد که به‌صورت تجاری بخصوص روی سفیدک‌های پودری به‌کار می‌روند.

۱-۷-۲۰ دیمتیریمول[۱] ($C_{11}H_{19}N_3O$)

دیمتیریمول با نام تجاری Milcurb®، اولین قارچ‌کش ساخته شده در این گروه می‌باشد. این قارچ‌کش روی سفیدک‌های پودری کدوئیان، گل داوودی و چغندر قند مؤثر است اما کاربرد اصلی آن برای کنترل سفیدک پودری کدوئیان می‌باشد.

۲-۷-۲۰ اتیریمول[۲] ($C_{11}H_{19}N_3O$)

اتیریمول با نام تجاری Milstem®، برای کنترل سفیدک پودری غلات به‌کار می‌رود. این قارچ‌کش به‌صورت ضد عفونی بذر و برای کنترل سفیدک پودری گندم، جو و یولاف به‌کار می‌رود. اتیریمول توسط ریشه جذب شده و از طریق مسیر Apoplast منتقل می‌گردد. نحوه اثر آن جلوگیری از عمل آنزیم Adenosine Diaminase می‌باشد که باعث تبدیل Adenosine به Inosine می‌شود. لازم به توضیح است که آنزیم مزبور در تشکیل آپروسوریوم قارچ‌ها ضروری است.

۳-۷-۲۰ بوپیریمات[۳] ($C_{13}H_{24}N_4SO_3$)

بوپیریمات با نام تجاری Nimrod®، قارچ‌کشی مؤثر علیه سفیدک پودری سیب و سفیدک پودری رز در گلخانه‌هاست.

1- Dimethirimol
2- Ethirimol
3- Bupirimate

۸-۲۰ ترکیبات تریازول (Triazoles)

قارچ‌کش‌های این گروه دارای خاصیت حفاظتی و معالجه کننده می‌باشند که علیه سفیدک‌های پودری، زنگ‌های غلات، قهوه، سبزیجات، درختان میوه خزان‌دار، انگور و گیاهان زینتی به‌کار می‌روند و اکثراً ضد سنتز ارگوسترول می‌باشند. مهم‌ترین قارچ‌کش‌های این گروه به اختصار در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱-۸-۲۰ تریادیمفون[1] ($C_{14}H_{16}ClN_3O_2$)

تریادیمفون با نام تجاری Bayleton®، یک ترکیب سیستمیک قوی است که روی سفیدک‌های پودری و زنگ‌ها مؤثر می‌باشد و باعث متوقف شدن آلودگی‌های استقرار یافته می‌شود. به نظر می‌رسد مکانیسم مولکولی آن شبیه پیریمیدین‌ها باشد که بیوسنتز ارگوسترول را در قارچ‌های حساس متوقف می‌کنند. تریادیمفون دارای دو خاصیت حفاظتی و ریشه‌کن کننده همزمان با هم می‌باشد.

۲-۸-۲۰ تریادیمنول[2] ($C_{14}H_{18}ClN_3O_2$)

تریادیمنول با نام تجاری Baytan® و به‌صورت ضدعفونی بذر می‌تواند سفیدک پودری جو و Rhynchosporium sp را به‌طور مؤثری کنترل نماید. این قارچ‌کش هنگامی که به‌صورت مخلوط با Fuberidazole به‌کار می‌رود، با کارایی کمتری زنگ زرد و قهوه‌ای جو را نیز کنترل می‌نماید (LD50=700mg/kg).

۳-۸-۲۰ بوتریزول (Boutrizole)

بوتریزول با نام تجاری Indar®، یک قارچ‌کش کاملاً اختصاصی علیه زنگ قهوه‌ای گندم است اما روی زنگ سیاه گندم مؤثر نیست.

۴-۸-۲۰ فلوتری‌مازول (Fluotrimazol)

فلوتری‌مازول با نام تجاری Persulon®، علیه سفیدک‌های پودری مؤثر می‌باشد.

1- Triadimefon
2- Triadimenol

۵-۸-۲۰ تری‌سیکلازول[۱] ($C_9H_7N_3S$)

تری‌سیکلازول با نام تجاری ®Beam 75، علیه بلاست برنج به‌کار برده می‌شود (LD50=354mg/kg).

۶-۸-۲۰ بی‌ترتانول[۲] ($C_{20}H_{23}N_3O_2$)

بی‌ترتانول با نام تجاری ®Baycor، دارای اثر حفاظتی و معالجه کننده خوبی علیه طیف وسیعی از قارچ‌هاست. به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ‌ها و نیز ضد عفونی بذر و خاک مصرف می‌شود. روی لکه آجری بادام Polystigma ochracearam به‌طور مطلوبی مؤثر می‌باشد (LD50=5000mg/kg).

۷-۸-۲۰ پروپی‌کونازول[۳] ($C_{15}H_{17}CL_2N_3O_2$)

پروپی‌کونازول با نام‌های تجاری ®Tilt و ®Radar، به‌صورت مایع فرموله می‌شود و در غلظت‌های پایین علیه بسیاری از قارچ‌ها مؤثر است. این قارچ‌کش به‌منظور کنترل سفیدک پودری جو، شیت بلایت برنج و زنگ Rhynchosporium به فراوانی مصرف می‌شود، البته Septoria و Eye Spot گندم را نیز به‌خوبی کنترل می‌کند. به‌صورت مخلوط با کاربندازیم به عنوان قارچ‌کش وسیع‌الطیف به‌کار برده می‌شود. از لحاظ مکانیسم عمل، ضد بیوسنتز ارگوسترول می‌باشد (LD50=1517mg/kg).

۸-۸-۲۰ اتاکونازول[۴] ($C_{14}H_{15}Cl_2N_3O_2$)

اتاکونازول با نام تجاری ®Vangard، اثر حفاظتی بلند مدت داشته و علیه طیف وسیعی از قارچ‌ها به‌کار می‌رود.

۹-۲۰ ترکیبات گوانیدین (Guanidines)

در این گروه فقط یک قارچ‌کش به‌نام گوازاتین (Guazatine) با نام تجاری ®Murbenine وجود دارد. گوازاتین در ضد عفونی بذر علیه بیماری‌های قارچی بذرزاد غلات به‌کار برده می‌شود. گوازاتین علیه سیاهک پنهان گندم یا به‌صورت مخلوط با قارچ‌کش Imazalil به‌صورت ضد عفونی خشک و مرطوب علیه سیاهک‌های آشکار و پنهان یولاف، سیاهک پنهان، لکه نواری (Leaf Stripe) و لکه قهوه‌ای جو

1- Tricyclazole
2- Bitertanol
3- Propiconazole
4- Etaconazol

(Net Blothch) مؤثر است. در رابطه با مقاومت به گوازاتین اطلاعات اندکی وجود دارد و تاکنون گزارشی مبنی بر بروز پدیده مقاومت در مزرعه ارائه نشده است.

۲۰-۱۰ سایر قارچ‌کش‌های سیستمیک

چندین قارچ‌کش سیستمیک دیگر نیز وجود دارند که با در نظر گرفتن ساختمان مولکولی آن‌ها، امکان قرار دادن آن‌ها در گروه‌های مزبور وجود ندارد و بین محققین نیز در این رابطه اختلاف نظر وجود دارد. مهم‌ترین آن‌ها به اختصار در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲۰-۱۰-۱ فوستیل آلومینیوم (Fosetyl-Al=Aluminium Ethyl Phosphate)

فوستیل آلومینیوم با نام تجاری ®Alliette، به‌صورت پودر قابل تعلیق 80% عرضه می‌شود. سمیت آن پایین می‌باشد و برای ماهی‌ها و زنبور عسل بی‌خطر است. فوستیل‌آلومینیوم از لحاظ سرعت انتقال در مسیر آوندها بخصوص آوندهای آبکش (Symplast) بی‌نظیر است. این ترکیب به سرعت در گیاه جذب شده و دارای حرکت دو جانبه از پایین به بالا و برعکس می‌باشد. موقعی که از طریق برگ مصرف شود، مقدار قابل توجهی از آن به ریشه‌ها منتقل شده و بیماری را کنترل می‌کند. فوستیل‌آلومینیوم علیه بیماری‌های برگی ریشه و ساقه که توسط قارچ‌های Oomycetes ایجاد شده باشند، مؤثر است و آن‌را می‌توان به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ‌ها به‌کار برد یا ریشه گیاه را در محلول آن فرو برد. این قارچ‌کش را می‌توان علیه بیماری‌های پس از برداشت نیز به‌کار برد و اثرات قارچ‌کشی آن ممکن است برای مدت 2 تا 6 ماه باقی بماند. فوستیل‌آلومنیوم واکنش‌های دفاعی گیاه را تحریک می‌کند و باعث می‌شود گیاه تحت تیمار، علیه قارچ‌های Oomycetes، فیتوآلکسین‌ها را سنتز نماید.

۲۰-۱۰-۲ ایمازالیل[1] ($C_{14}H_{14}Cl_2N_2O$)

ایمازالیل با نام‌های تجاری ®Murdal و ®Fungazil یک ترکیب ضد سنتز ارگوسترول در غشای سلولی قارچ‌هاست و هنگامی که با Guazatine مخلوط شود، بسیاری از پاتوژن‌های بذرزاد غلات مانند Ustilago hordei، U. nuda، Pyrenophora graminea و P. teres را به‌طور مؤثری کنترل می‌کند. ایمازالیل با تیوفانیت‌متیل هم قابل ترکیب است که در این شرایط در ضد عفونی بذر جو علیه قارچ‌های فوق بسیار کارآمد می‌باشد.

1- Imazalil

۳-۱۰-۲۰ تری‌فورین[1] ($C_{10}H_{14}Cl_6N_4O_2$)

تری‌فورین با نام‌های تجاری ®Cala، ®Funginex و ®Saprol عرضه می‌شود که از قارچ‌کش‌های سیستمیک قوی می‌باشد و باعث متوقف شدن آلودگی‌های استقرار یافته در گیاه می‌گردد. تری‌فورین از ریشه یا مشتقات Piperazine می‌باشد که علیه برخی آسکومیست‌ها (سفیدک‌های پودری) و بازیدیومیست‌ها (زنگ‌ها) و لکه سیاه رز (Diplocarpon rosae) به‌کار می‌رود. این قارچ‌کش ضد بیوسنتز ارگوسترول در غشای سلولی قارچ‌های حساس است. تری‌فورین به‌صورت اسپری روی برگ‌ها پاشیده می‌شود که در این وضعیت روی سفیدک‌های پودری، لکه برگی‌ها و لکه‌های میوه، پوسیدگی‌های میوه و آنتراکنوز مؤثر می‌باشد.

۴-۱۰-۲۰ پروتیوکارب[2] ($C_8H_{18}N_2OSHCl$)

پروتیوکارب با نام تجاری ®Previcur جزء قارچ‌کش‌های سیستمیک مؤثر علیه قارچ‌های Oomycetes می‌باشد.

۵-۱۰-۲۰ پروکلراز[3] ($C_{15}H_{16}Cl_3N_3O_2$)

پروکلراز با نام تجاری ®Sportak، ضد سنتز ارگوسترول می‌باشد. پروکلراز سفیدک پودری، لکه نواری و Rhynchosporium را در جو و نیز Septoria Nodorun گندم را به‌خوبی کنترل می‌کند و به‌صورت مخلوط با زینب و مانب، روی سفیدک پودری و زنگ زرد گندم نیز مؤثر است.

۶-۱۰-۲۰ پیروکسی‌فور (Pyroxyfur = Furfuryl Ether)

پیروکسی‌فور یا chloro-6-(2-furanylmethoxy)-4-(trichloromethyl)pyridine-2 یک قارچ‌کش سیستمیک می‌باشد که در کنترل قارچ‌های Oomycetes بسیار مؤثر است. مسیر حرکتی این قارچ‌کش از طریق سیم‌پلاست بوده، لذا در آوندهای آبکش حرکت می‌کند.

1- Triforine
2- Prothiocarb
3- Prochloraz

فصل بیست‌ویکم

نماتدکش‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها، روغن‌ها و مواد همراه

۲۱-۱ نماتدکش‌ها (Nematicides)

اغلب نماتدکش‌ها مواد تدخینی فراری هستند که نه تنها علیه نماتدها بلکه روی حشرات، قارچ‌ها، باکتری‌ها، بذر علف‌های هرز و تقریباً هر عامل زنده‌ای که در خاک وجود دارد، اثر دارند. اما نماتدکش‌های غیر تدخینی یا مایع که به‌صورت گرانول به‌کار می‌روند، اغلب روی نماتدها و حشرات مؤثر هستند. نماتدکش‌ها در چهار گروه اصلی زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- هیدروکربن‌های هالوژنه (Halogenated Hydrocarbons)

۲- فسفات‌های آلی (Organophosphates)

۳- کاربامات‌ها (Carbamates)

۴- ایزوتیوسیانات (Isothiocyanates)

۲۱-۱-۱ هیدروکربن‌های هالوژنه (Halogenated Hydrocarbons)

این گروه شامل نماتدکش‌هایی است که در دهه ۱۹۴۰ ساخته شدند و تا دهه ۱۹۸۰ به‌طور وسیعی استفاده می‌شدند. مهم‌ترین نماتدکش‌های این گروه عبارتند از: Methyl Bromide (MB)، Dibromochloropropane (DBCP)، Ethylene Dibromide (EDB) و Dichloropropene-Dichloropropane (D-D). این نماتدکش‌ها به‌صورت تزریق در خاک حداقل دو هفته قبل از کاشت به‌کار برده می‌شوند. تمام آن‌ها نماتدها و حشرات را می‌کشند و در دزهای بالاتر نیز تمامی پاتوژن‌های خاکزی و بذر علف‌های هرز را از بین می‌برند. معمولاً 1 تا 2 درصد کلروپیکرین یا گاز اشک‌آور به عنوان هشدار دهنده به این مواد شیمیایی افزوده می‌شود تا به سهولت بتوان به وجود این مواد در محیط آگاه

شد. هیدروکربن‌های هالوژنه به علت اینکه محلول در چربی هستند، باعث ایجاد اختلال در اعمال غشاء و سیستم عصبی موجودات هدف می‌شوند و به این طریق اثر می‌گذارند. این گروه از نماتدکش‌ها در سال‌های گذشته جزء نماتدکش‌های مطلوب و کارآمد محسوب می‌شدند، اما به دلیل سمیت بالا، اثرات سوء جانبی و نیز آلودگی آب‌های زیرزمینی استفاده از آن‌ها در کشورهای پیشرفته محدود شده است. به عنوان مثال، نماتدکش DBCP باعث عقیمی کارگرها در کارخانه‌های سازنده شده بود. متیل‌بروماید (MB) یک گاز تدخینی وسیع‌الطیف است که علیه پاتوژن‌های خاکزی، برای کنترل موریانه‌های چوب‌های خشک و نیز برای تدخین محصولات کشاورزی به فراوانی به‌کار می‌رفت.

۲۱-۱-۲ فسفات‌های آلی (Organophosphates)

این گروه شامل نماتدکش‌های (Fenamiphos (Nemacur®)، Fensulfothion (Dasanit®)، Disulfoton (Disyston®)، Ethoprop (Mocap®))، Prorate Thimet® و Fosthietan®(Nem-A-Tak) می‌باشد. نماتدکش‌های ارگانوفسفات به‌صورت مایع‌های محلول در آب یا گرانول وجود دارند و کمی فرار هستند. این نماتدکش‌ها می‌توانند قبل یا بعد از کاشت به‌کار روند و فقط علیه نماتدها و قارچ‌های خاکزی به‌صورت تماسی یا بلع مؤثر هستند. این نماتدکش‌ها روی آنزیم Cholinesterase اثر می‌کنند و باعث مرگ می‌شوند.

۲۱-۱-۳ کاربامات‌ها (Carbamates)

مهم‌ترین نماتدکش‌های این گروه شامل (Aldicarb (Temik®)، Carbofuran (Furadan®)، Oxamyl® (Vydate) و Carbosulfan® (Advantage) می‌باشند. کاربامات‌ها علیه نماتدها و برخی حشرات بخصوص حشرات خاکزی مؤثر هستند. اندکی فرار بوده و به‌صورت گرانول یا مایع وجود دارند. این نماتدکش‌ها به آسانی در آب حل شده و جذب گیاه می‌شوند و به‌صورت سیستمیک در گیاه منتقل می‌شوند. همچنین در سطح خاک پخش شده و سپس قبل از کاشت روی آن‌ها دیسک زده می‌شود یا در خاک تزریق می‌شوند. کاربامات‌ها مانع آنزیم Cholinesterase می‌شوند و به این طریق باعث مرگ نماتدها و حشرات می‌گردند.

۲۱-۱-۴ ایزو تیو سیانات (Isothiocyanates)

مهم‌ترین نماتدکش‌های این گروه شامل (Metam-sodium (Vapam®)، Vorlex® و Dazomet® (My Lone) می‌باشند. این مواد علیه نماتدها، حشرات خاکزی، علف‌های هرز و اغلب

قارچ‌های خاکزی مؤثر هستند. تزریق آن‌ها به خاک حداقل دو هفته قبل از کاشت صورت می‌گیرد. این نماتدکش‌ها باعث آزادسازی ایزوتیوسیانات (در Metam-sodium) یا متیل‌ایزوتیوسیانات (در Vorlex و Dazomet) می‌شوند که گروه -SH آنزیم‌ها را غیر فعال می‌کنند.

۵-۱-۲۱ سایر نماتدکش‌ها

کلروپیکرین (Chloropicrin) Cl_3CNO_2 یا گاز اشک‌آور معمولی (Tear Gas)، گازی بسیار فرار است که علیه نماتدها، حشرات، قارچ‌ها و بذر علف‌های هرز مؤثر است. این گاز به تنهایی یا به‌صورت مخلوط با سایر نماتدکش‌ها به‌کار می‌رود. آورمکتین‌ها (Avermectins) گروه جدیدی از ترکیبات طبیعی هستند که از تخمیر باکتری Streptomyces avermitilis به‌دست می‌آیند و خواص نماتدکشی قابل ملاحظه‌ای دارند.

۲-۲۱ آنتی‌بیوتیک‌ها (Antibiotics)

آنتی‌بیوتیک‌ها موادی هستند که از یک موجود زنده ترشح و علیه موجود زنده دیگر به‌کار برده می‌شوند. اولین آنتی‌بیوتیک‌هایی که به‌صورت تجاری برای مبارزه با بیماری‌های گیاهی عرضه شدند، سیکلوهگزامید (Cycloheximide) در سال ۱۹۴۸ و استرپتومایسین (Streptomycin) در سال ۱۹۵۲ بودند که به‌ترتیب به‌عنوان آنتی‌بیوتیک ضدقارچی و آنتی‌بیوتیک ضدباکتریایی گیاهان معرفی شدند. آنتی‌بیوتیک‌های دیگری شامل Blasticidin-S در سال ۱۹۵۵، Griseofulvin در سال ۱۹۶۰ و Kasugamycin در سال ۱۹۶۳ که همگی جزء آنتی‌بیوتیک‌های ضد قارچی هستند، جهت مبارزه با بیماری‌های گیاهی عرضه شدند. بزرگ‌ترین منبع تولید آنتی‌بیوتیک‌های قارچ‌کش، اکتینومیست‌ها هستند که در میان آن‌ها گونه Streptomyces griseus در تولید آنتی‌بیوتیک‌های Cycloheximide و Streptomycin نقش بسزایی دارد. آنتی‌بیوتیک‌ها به‌طور کلی به دو گروه شامل آنتی‌بیوتیک‌های مؤثر علیه پروکاریوت‌ها و مؤثر علیه یوکاریوت‌ها تقسیم می‌شوند.

۱-۲-۲۱ آنتی‌بیوتیک‌های مؤثر علیه پروکاریوت‌ها (Prokaryotes)

۱- **استرپتومایسین**[1] **($C_{21}H_{39}N_7O_{12}$)**: استرپتومایسین توسط Streptomyces griseus تولید و با نام تجاری Agrimycin17® عرضه می‌شود. نحوه تأثیر استرپتومایسین به این ترتیب است

1- Streptomycin

که آنتی‌بیوتیک با ریبوزوم‌های باکتری‌های هدف باند می‌شود و از سنتز پروتئین جلوگیری می‌کند. این آنتی‌بیوتیک مؤثرترین ماده شیمیایی برای کنترل بیماری آتشک سیب (Erwinia amylovora) است اما گزارش‌هایی مبنی بر مقاومت به آن ارائه شده است. استرپتومایسین به‌صورت گرد، اسپری و ضد عفونی کننده بذر برای کنترل اغلب بیماری‌های باکتریایی مانند بلایت سیب و گلابی، پوسیدگی نرم سبزیجات و برخی بیماری‌های گیاهچه‌ای به‌کار می‌رود. این آنتی‌بیوتیک به‌صورت غوطه‌ور نمودن بذرهای سیب‌زمینی علیه پوسیدگی‌های باکتریایی غده‌ها و به‌صورت ضد عفونی بذر علیه باکتری‌های بیماری‌زای لوبیا، پنبه، غلات و کلم نیز کاربرد دارد. استرپتومایسین علیه چندین گونه قارچی از گروه Oomycetes بخصوص گونه Pseudoperonospora humuli (عامل سفیدک دروغی رازک) مؤثر می‌باشد.

۲- **تتراسیکلین (Tetracyclines)**: آنتی‌بیوتیک تتراسیکلین توسط چندین گونه Streptomyces تولید می‌شود و روی باکتری‌ها و میکوپلاسماها (Mycoplasma) مؤثر است. تتراسیکلین‌ها شامل Tracycline (Oxytetracycline)، Aureomycin (Chlortetracycline) و Achromycin (Tetricycline) علیه بسیاری از بیماری‌های گیاهی به‌کار می‌روند. اکسی‌تتراسیکلین گاهی با استرپتومایسین برای کنترل آتشک سیب و گلابی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تزریق تتراسیکلین به درختان آلوده به مایکوپلاسماها و نیز Fasitidious bacteria، باعث توقف در گسترش بیماری و بهبودی علائم آن می‌شود.

۲-۲-۲۱ آنتی‌بیوتیک‌های مؤثر علیه یوکاریوت‌ها (Eukaryotes)

اگرچه آنتی‌بیوتیک‌های ضد قارچی متعددی وجود دارند اما فقط تعداد اندکی از آن‌ها در مدیریت بیماری‌های گیاهی به‌طور عملی کاربرد دارند. اولین استفاده تجاری از آنتی‌بیوتیک‌های قارچ‌کش در ژاپن بوده است. امروزه آنتی‌بیوتیک‌های Kasugamycin و Blasticidin-S که از سنتز پروتئین‌ها جلوگیری می‌کنند، علیه بلاست برنج (Pyricularia orziae) به‌کار برده می‌شوند. البته در سال‌های اخیر ایزوله‌هایی از P. orziae که به Kasugamycin مقاوم بودند، گزارش شد. آنتی‌بیوتیک‌های گروه پلی‌اکسین‌ها (Polyoxins) که توسط Streptomyces cacaoi تولید می‌شوند، از بیوسنتز کیتین جلوگیری می‌نمایند. پلی‌اکسین‌ها علیه شیت بلایت برنج (Rhizoctonia solani) مؤثر می‌باشد. Mildiomycin نیز آنتی‌بیوتیک دیگری است که علیه سفیدک‌های پودری به‌کار می‌رود.

۱- **سیکلوهگزامید**[1] ($C_{15}H_{23}NO_4$): سیکلوهگزامید با نام تجاری Actidione® توسط Streptomyces griseus تولید می‌شود و به عنوان یک محصول جانبی طی مراحل تولید استرپتومایسین به‌دست می‌آید. این آنتی‌بیوتیک علیه بسیاری از قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی مؤثر است و به‌طور اختصاصی مانع سنتز پروتئین می‌شود. سیکلوهگزامید برای کنترل بیماری‌های چمن، لکه برگی گیلاس (Coceomyces) و سفیدک‌های پودری بسیاری از گیاهان زراعی و زینتی مؤثر است، اما گیاه‌سوزی شدید آن باعث محدودیت در کاربرد آن شده است.

۲- **بلاستیسیدین**[2] ($C_{17}H_{26}N_8O_5$): این آنتی‌بیوتیک توسط Streptomyces griseochromogenes تولید می‌شود و در غلظت‌های 5-10 ppm از رشد Pyricularia oryzae جلوگیری می‌کند. سمیت آن زیاد است و از بین مشتقات آن ترکیب منوبنزیل‌آمینوبنزیل‌سولفات خاصیت گیاه‌سوزی کمتری دارد و با نام Blasticidin-S عرضه می‌شود. این آنتی‌بیوتیک نیز از سنتز پروتئین در سلول‌های قارچی جلوگیری می‌کند و با غلظت 20-30 ppm مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳- **کازوگامایسین**[3] ($C_{14}H_{25}N_3O_9$): کازوگامایسین توسط Streptomyces kasugaensis تولید می‌شود و خاصیت گیاه‌سوزی ندارد و یک ترکیب سیستمیک قوی می‌باشد. ضد عفونی بذر برنج با گرد 2% آن برای مدت سی روز گیاه را از ابتلا به بیماری بلاست محافظت می‌کند. سمیت آن نیز نسبتاً کم است و کاربرد مداوم آن باعث ایجاد مقاومت در Pyricularia oryzae می‌شود.

۲۱-۳ روغن‌ها

روغن‌ها به‌طور مستقیم در کنترل تعداد کمی از بیماری‌های گیاهی بخصوص ویروس‌های شته‌زاد به‌کار برده می‌شوند. روغن‌ها در دمای معمولی اتاق مایع هستند و اغلب در حلال‌های آلی محلول می‌باشند. انواع مختلف روغن با خصوصیات متفاوت وجود دارد. روغن‌های معدنی که از مشتقات نفت هستند و دارای هیدروکربن‌های اشباع و غیر اشباع در حلقه‌ها یا در زنجیره مستقیم خود می‌باشند، در کشاورزی کاربرد بیشتری دارند. انواع روغن‌های دیگر که کاربرد دارند شامل روغن‌های چرب

1- Cycloheximide
2- Blasticidin
3- Kasugamycin

(استرهای تری‌گلیسیرید اسیدهای چرب)، روغن‌های ضروری (مخلوطی از Terpenoids، Adehydes و استرها) و روغن‌های مصنوعی (از Silicone به‌دست می‌آیند) هستند.

۲۱-۳-۱ روغن‌ها و بیماری‌های قارچی

روغن‌ها برای کنترل بیماری Sigatoka موز در اثر Cercospora musue در آمریکای جنوبی و آمریکای مرکزی در سطح وسیع استفاده می‌شوند. برای این منظور 0.6 تا 1.6 کیلوگرم روغن در هکتار به‌صورت سمپاشی با حجم کم و معمولاً همراه با یک قارچ‌کش به‌کار برده می‌شود. اثر مستقیم روغن روی جوانه‌زنی اسپورها هنوز کاملاً شناسایی نشده است، اما باعث توقف گسترش بیماری Sigatoka موز در برگ‌های روغن‌پاشی شده می‌شود. البته بر اساس تحقیقات انجام شده در سال‌های اخیر، روغن، مقاومت طبیعی برگ‌های موز را در مقابل بیماری مزبور افزایش می‌دهد. روغن‌ها سایر بیماری‌های قارچی مانند سفیدک‌های حقیقی و دروغی و زنگ‌ها را نیز کنترل می‌کنند اما کاربرد تجاری در سطح وسیع آن فقط محدود به موز و بیماری Sigatoka می‌باشد.

۲۱-۳-۲ روغن‌ها و بیماری‌های ویروسی

امولسیون‌های روغن در آب اغلب در کنترل انتقال ویروس‌های شته‌زاد و به منظور متوقف کردن افزایش بیماری‌های ویروسی به‌کار برده می‌شوند. اثر بازدارندگی روغن‌ها در انتقال ویروس‌ها اولین بار در سال ۱۹۶۲ کشف شد. روغن‌ها باعث جلوگیری از اپیدمی ویروس‌هایی که به‌طریق ناپایا منتقل می‌شوند، می‌شوند. تاکنون کنترل موفقیت‌آمیز با استفاده از روغن‌ها در رابطه با ویروس موزائیک خیار (CMV)، ویروس Y سیب‌زمینی (Tobacco Etch Virus) و ویروس موزاییک I هندوانه صورت گرفته است و در برخی موارد بسیار مؤثر بودند.

روغن‌ها باعث محدود شدن تغذیه و تلقیح ویروس توسط شته‌های ناقل و نیز باعث محدود شدن تغذیه در شته‌های غیرناقل می‌گردند. به‌نظر می‌رسد تلقیح ویروس بیشتر از انتقال ویروس تحت تأثیر روغن‌ها قرار دارد. روغن‌ها هیچ اثری روی پیکره‌های ویروس ندارند و فقط روی فعالیت‌های شته‌ها مؤثر می‌باشند. روغن‌ها باعث به تأخیر افتادن نیش زدن حشرات روی برگ‌ها و در نتیجه باعث کاهش تزریق عصاره آلوده می‌شوند. دو عامل گیاه‌سوزی و ناپایداری باعث جلوگیری از مصرف وسیع روغن‌ها در جلوگیری از بیماری‌های ویروسی شده است. گیاه‌سوزی روغن‌ها می‌تواند با مصرف غلظت کم آن‌ها (کمتر از 1%) به‌صورت امولسیون در آب کاهش پیدا کند. البته این نکته را نیز باید در نظر داشت که کاربرد غلظت‌های کم روغن ممکن است اثر اندک و غیرمؤثری در کنترل بیماری‌های ویروسی داشته

باشد. روغنی که اختصاصاً برای کنترل بیماری‌های ویروسی فرموله شده است، امولسیون 75% در آب است. به نظر می‌رسد یکی از عواملی که به کارایی روغن‌ها کمک می‌کند، داشتن پوشش کافی روغن روی برگ است. در نتیجه روغن باید در حجم بالا و با فشار PSI 400 پاشیده شود. احتمالاً روغن‌ها خاصیت گیاه‌سوزی برخی آفت‌کش‌های دیگر را افزایش می‌دهند که دلیل این امر این است که روغن‌ها به نفوذ مواد شیمیایی به داخل گیاه کمک می‌کنند.

۲۱-٤ مواد همراه

اغلب قارچ‌کش‌ها به تنهایی دارای خواص مطلوب و کارآمد نیستند و لذا به‌منظور کارایی بیشتر ترکیبات سمی، چسبیدن مطلوب‌تر ذرات سم روی هدف و نیز بهتر پخش شدن ذرات سم، موادی را به سم اضافه می‌نمایند که اصطلاحاً مواد همراه نامیده می‌شوند. مواد همراه به اختصار در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲۱-۴-۱ سورفکتانت‌ها (Surfactants)

اگرچه سورفکتانت‌ها برای کنترل سفیدک‌های پودری روی تعداد زیادی از گیاهان مؤثر هستند اما به دلیل خاصیت گیاه‌سوزی معمولاً استفاده نمی‌شوند. گزارشات اوایل قرن بیستم نشان می‌دهد که مخلوط نفت، صابون و آب باعث کنترل سفیدک پودری رز در گلخانه می‌شد. سورفکتانت‌ها در صورت کاربرد، معمولاً اواخر پائیز روی درختان سیب در حال خواب مصرف می‌شوند و این امر باعث کاهش جمعیت‌های زمستان‌گذاران پاتوژن‌ها در جوانه‌های سیب می‌شود.

۲۱-۴-۲ مواد خطرزدا یا ایمن‌کننده (Safener)

مواد خطرزدا، به مواد شیمیایی اطلاق می‌گردد که باعث کاهش پدیده گیاه‌سوزی یک ماده شیمیایی دیگر می‌شوند. ارزش مواد خطرزدا از آنجا مشخص می‌شود که برخی قارچ‌کش‌های مهم روی بعضی از گونه‌های گیاهان ایجاد گیاه‌سوزی می‌نمایند. تجارب اولیه در به‌کارگیری سولفات مس به عنوان ضد عفونی کننده بذر یا قارچ‌کش روی شاخ و برگ گیاهان موجب گردید که کوشش‌ها برای بی‌خطر کردن آن آغاز گردد. زمانی که سولفات مس به عنوان یک ماده ضد عفونی کننده بذر گندم به‌کار گرفته شد، برای بی‌خطر کردن آن از آهک استفاده گردید. اهمیت کشف مخلوط بوردو در این بود که یک ماده خطرزدای مهم برای رفع گیاه‌سوزی سولفات مس هنگام پاشیدن روی شاخ و برگ گیاهان بود. همچنین به منظور خنثی شدن اسید آرسنیک که روی گیاهان ایجاد گیاه‌سوزی می‌نماید از آهک استفاده

می‌شود. اگر به منظور خطرزدایی سولفات روی، آهک به آن اضافه شود بسیار مؤثرتر خواهد بود. گلیسریدها نیز به عنوان مواد خطرزدا برای محلول‌های مسی مناسب هستند. ظاهراً ذرات روغن (گلیسیریدها) در اطراف ذرات سم یک پوشش نازک ایجاد نموده و از گیاه‌سوزی آن می‌کاهند، البته این مسأله موجب می‌شود خاصیت قارچ‌کشی ذرات سم نیز تا حدودی کاهش یابد.

۳-۴-۲۱ پخش کننده‌ها (Spreaders)

پخش کننده‌ها موادی هستند که به محلول قارچ‌کش اضافه می‌شوند تا تماس بین ذرات سم و سطح تماس را افزایش دهند. مطابق توصیه Marthin، برای به‌کارگیری مطلوب‌تر قارچ‌کش‌ها نه تنها به خاصیت پخش‌کنندگی، بلکه به خاصیت خیس‌کنندگی (Wetting) و نفوذ آن به درون میزبان نیز باید توجه نمود. پخش‌کننده‌ها به دو گروه محلول و نامحلول در آب تقسیم می‌شوند. گروه نامحلول در آب شامل روغن‌های معدنی، روغن‌های گلیسرید و روغن‌های ترپن (Terpene Oils) می‌باشند. این مواد به محلول‌های قارچ‌کش اضافه می‌شوند تا بخشی از محلول سم که دارای خاصیت گیاه‌سوزی است، در آن حل شود. خصوصیت بارز و مشخص کننده پخش کننده‌های محلول در آب، کاهش میزان کشش سطحی قطرات ریز آب است که به موجب این خاصیت بخش اعظم مولکول‌های بزرگ مواد پخش کننده که بخش نامحلول آن است، در سطح قطرات مایع قرار گرفته و بخش محلول آن توسط آب حاوی ذرات قارچ‌کش جذب خواهد شد. صابون از زمان‌های دور به عنوان یک پخش کننده مؤثر به‌کار می‌رفت، به‌طوری که بر اساس گزارش Robertson در سال ۱۸۲۱، برای مبارزه با سفیدک حقیقی هلو، پودر گوگرد را به‌صورت مخلوط با آب صابون استفاده کرد.

صابون‌ها نمک‌های قلیایی اسیدهای چرب (از مشتقات هیدروکربن‌های زنجیره‌ای) هستند که هرچه این زنجیره هیدروکربن بزرگتر باشد، خاصیت پخش کنندگی آن نیز مطلوب‌تر خواهد بود. صابون پتاسیم که در آب سبک حل شده باشد، می‌تواند به عنوان یک پخش کننده بسیار مطلوب به‌کار گرفته شود. نقطه ضعف مهم آب صابون به عنوان پخش کننده این است که، آب صابون و قارچ‌کش‌هایی که دارای کلسیم باشند، تولید نمک کلسیم می‌کنند که در آب نامحلول است، لذا تحقیقات فراوانی انجام شد تا جانشین مناسبی برای آن پیدا شود. کازیین و ترکیبات مختلف آن در محلول‌هایی که نمی‌توان از صابون در آن‌ها استفاده نمود، به فراوانی به‌کار گرفته می‌شوند. کازیین که پروتئینی با وزن مولکولی زیاد و نامحلول در آب است، بعد از ترکیب با آهک یا سایر قلیایی‌ها به راحتی در آب پخش می‌شود. اخیراً پخش کننده‌های جدیدی از جمله الکل‌سولفاته، ساپامین‌ها (Sapamines)، رزین‌ها، اسیدهای سولفاته مشتق از نفت و غیره، عرضه شده است.

۴-۴-۲۱ مواد چسباننده (Stickers)

اهمیت خاصیت چسبندگی محلول‌های سمی یا پودر سم روی شاخ و برگ گیاهان هدف، امری بدیهی است. چسباننده‌ها به موادی اطلاق می‌شود که به محلول یا پودر سم اضافه می‌شوند تا به وسیله آن خاصیت چسباندگی به سطح میزبان را افزایش دهند. پخش کننده‌ها نیز خود، نوعی چسباننده محسوب می‌شوند، زیرا باعث می‌شوند ذرات محلول به‌صورت یک قشر نازک و کاملاً یکنواخت روی سطح هدف پخش شده و پس از بخار شدن آب، باقیمانده آن به‌صورت مطلوبی روی سطح هدف بچسبد. آرد، نشاسته، صمغ عربی و دکسترین عموماً به عنوان مواد چسباننده به‌کار می‌روند. گل رس به عنوان ماده‌ای چسبنده به پودرها اضافه می‌گردد تا خاصیت چسبندگی آن‌ها را افزایش دهد. روغن‌ها و روغن‌های امولسیونه نیز برای همین منظور به‌کار گرفته می‌شوند. زمانی که بوردو یا آرسنات قلع با روغن پنبه دانه ترکیب شود، چسبندگی امولسیون حاصل به شدت افزایش می‌یابد. اسیدهای چرب زنجیره‌ای نیز به عنوان مواد چسباننده به‌کار گرفته می‌شوند. به‌طور کلی هرچه قدرت حل شوندگی قارچ‌کش‌ها در آب بیشتر باشد، مقدار بیشتری از آن‌ها در معرض شستشو قرار می‌گیرد و هرچه استحکام و قدرت چسبندگی آن‌ها به وسیله افزودن مواد چسباننده افزایش یابد، از قدرت قارچ‌کشی آن نیز کاسته می‌شود.

فصل بیست‌ودوم

ضدعفونی خاک و اندام‌های گیاهی

۱-۲۲ ضد عفونی خاک

خاک محیطی زنده و فعال است که در آن موجودات زنده مختلفی در حال فعالیت و رقابت دائم با یکدیگر هستند. بسیاری از این موجودات زنده با فعالیت‌های خود و با تأثیر روی فعالیت سایر موجودات، محیط را برای رشد گیاهان مساعد نموده و در حقیقت موجودات مفیدی محسوب می‌گردند. همچنین برخی موجودات زنده خاک به عنوان عوامل بیماری‌زا، به روش‌های مختلف موجب توقف فعالیت و جلوگیری از رشد گیاهان محسوب شده و در بسیاری از موارد باعث مرگ ریشه‌ها می‌شود. هدف از ضد عفونی خاک، جلوگیری از فعالیت این گروه از موجودات مضر است. ضد عفونی خاک با استفاده از مواد شیمیایی و روش‌های فیزیکی امکان‌پذیر می‌باشد. در این فصل به چگونگی ضد عفونی خاک با استفاده از مواد شیمیایی می‌پردازیم.

ضد عفونی خاک به منظور کشتن آفات، عوامل بیماری‌زا (نماتدها، قارچ‌ها و باکتری‌ها) و علف‌های هرز صورت می‌گیرد و طی آن خاک را به‌وسیله بخار سم ضد عفونی می‌کنند. برای موفقیت در این‌کار لازم است عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را به‌خوبی بشناسیم و اثرات متقابل آن‌ها را به‌طور دقیق درک نماییم. به عبارت دیگر در ضد عفونی خاک، سه مرحله اساسی وجود دارد که شناخت آن‌ها حائز اهمیت می‌باشند. این مراحل عبارتند از:

الف- مواد شیمیایی که برای ضد عفونی خاک به‌کار می‌روند، باید شناخته شوند.

ب- موجودات زنده‌ای که حذف می‌شوند، باید به‌طور دقیق شناسایی شده باشند.

ج- بافت خاک تحت تیمار باید مطالعه و شناسایی شده باشد. بدیهی است که سه گروه عوامل مذکور هرچه بهتر شناخته شده باشند، ضد عفونی خاک با موفقیت بیشتری انجام خواهد شد. از نظر اقتصادی

هدف این است که با کمترین سم، بیشترین موفقیت در کنترل حاصل گردد. مکانیسم عمل به این ترتیب است که بخارات گاز از طریق منافذ موجود در خاک جابه‌جا می‌شوند، اما اگر منافذ خاک مسدود بوده و به یکدیگر راه نداشته باشند، طبعاً حرکت بخارات سمی متوقف می‌شود. بخار سم در آب موجود در خاک حل می‌گردد و به وضعیت تعادل فعال (Dynamic Equilibrium) در می‌آید. مقدار بخار سمی که در آب حل می‌شود، عامل اصلی در مرگ عوامل بیماری‌زای خاک می‌باشد. مقدار مؤثر سم در خاک بر اساس غلظت و نیز مدت زمانی که عامل بیماری‌زا در معرض سم قرار دارد، تعیین می‌شود (زمان × غلظت سم = مقدار مؤثر سم در خاک).

ضد عفونی خاکی که دارای بافت سبک است زمانی موفقیت‌آمیز است که خشکی خاک نزدیک به نقطه پژمردگی باشد. ضد عفونی خاک‌هایی با بافت شنی زمانی مؤثر است که رطوبت خاک بین ظرفیت رطوبت‌پذیری (Field Capacity) و نقطه پژمردگی باشد. بخار سم در آب خیلی آهسته حرکت می‌کند، در حالی که در هوای خشک این حرکت بسیار سریع‌تر می‌باشد. همچنین بخارات سم در خاک‌های گرم سریع‌تر از خاک‌های سرد حرکت می‌کنند. در خاک‌های متراکم حرکت بخارات سمی خیلی آهسته‌تر از خاک‌های سبک است، بنابراین تراکم ذرات خاک، رطوبت خاک و سرمای خاک از موانع نفوذ بخارات سم در خاک هستند. وقتی سم به‌صورت مایع درون خاک تزریق می‌شود، مقداری از آن از سطح خاک خارج شده و به هدر می‌رود که برای جلوگیری از این کار می‌توان سه راهکار زیر را به‌کار گرفت:

الف- زمین باید طوری شخم زده شود که قسمت خشک سطحی به عمق رفته و خاک مرطوب به قسمت فوقانی منتقل شود.

ب- به وسیله آبیاری بارانی سطح خاک را مرطوب نماییم.

ج- به وسیله پلاستیک، سطح ضد عفونی را بپوشانیم که البته این عمل مستلزم صرف هزینه است. در هر حال پوشاندن سطح خاک موجب می‌گردد که تا عمق 15 سانتی‌متری خاک کنترل مطلوبی ایجاد شود.

روش‌های مختلف ضد عفونی خاک به وسیله مواد شیمیایی از قدیم رایج بوده است. یکی از قدیمی‌ترین روش‌ها استفاده از فرمالدئید در آب آبیاری است. در این روش 4 لیتر فرمالدئید غلیظ را با 200 لیتر آب مخلوط نموده و تا عمق 15 سانتی‌متری خاکی که قبلاً آبیاری شده است را ضد عفونی می‌کنند. سپس روی خاک را برای مدت یک تا دو روز با پوشش برزنتی یا نایلونی پوشانده و از خروج گاز جلوگیری می‌نمایند. از چنین خاکی تا محو کامل باقیمانده فرمالدئید نباید استفاده نمود. نکته حائز اهمیت اینکه، حتی در بهترین شرایط نیز کار کردن با فرمالدئید مشکل بوده و گاهی اشتباه در به‌کارگیری، از تأثیر آن

به شدت می‌کاهد. به همین دلیل امروزه از فرمالدئید به عنوان یک ماده شیمیایی ضد عفونی کننده خاک کمتر استفاده می‌شود.

کلروپیکرین (گاز اشک‌آور) به‌عنوان یک قارچ‌کش و نیز لاروکش برای ضد عفونی خاک گلخانه‌ها مفید است. برای این منظور گاز را در سوراخ‌هایی که به فاصله 25 تا 30 سانتی‌متری از یکدیگر قرار دارند به عمق 8 تا 15 سانتی‌متری خاک تزریق می‌نمایند و بلافاصله روی خاک را برای مدت 48 ساعت با پارچه‌های غیر قابل نفوذ نسبت به گاز می‌پوشانند تا از تصعید گاز جلوگیری شود. در ضد عفونی خاک‌ها با استفاده از کلروپیکرین، حداقل به مدت یک هفته تا ده روز باید منتظر ماند تا اثرات سمی گاز از خاک حذف گردد و سپس اقدام به کاشت نمود. اگرچه کلروپیکرین علیه بسیاری از حشرات، نماتدها و عوامل بیماری‌زای خاک مؤثر است، اما معایبی مانند تأثیر سوء روی گیاهان و انسان، گران بودن و نیز مشکلات مربوط به کاربرد آن، گاز را به یک ماده ضد عفونی کننده کم‌اهمیت تبدیل نموده است.

از حدود سال ۱۹۴۲، تحقیق برای یافتن مواد شیمیایی مطلوب‌تر آغاز و سرانجام سه ماده شیمیایی ضد عفونی کننده خاک به‌نام‌های D-D (مخلوطی از 2 و 3 دی‌کلروپروپن)، E.D.B (اتیلن‌دی‌برومایدا) و MB (متیل‌برومایدا) کشف و در سطوح وسیع به‌کار گرفته شدند. D-D و E.D.B دارای نقطه جوش نسبتاً بالایی هستند که بعد از تزریق به درون خاک به آهستگی تصعید می‌شوند، به همین دلیل بسیار مؤثر می‌باشند و پوشاندن سطح خاک بعد از تزریق لزومی ندارد. با توجه به مزایای فوق، دو ماده مزبور در وسعت بسیار زیاد و بخصوص علیه نماتدهای خاکزی استفاده می‌شوند. توصیه می‌شود که هنگام استفاده از این دو ماده، خاک کمی گرم باشد و بعد از مصرف نیز کمی منتظر بمانیم و سپس اقدام به کشت کنیم. هر دو ضد عفونی کننده فوق خاصیت قارچ‌کشی اندکی نیز دارند.

متیل‌برومایدا که نقطه جوش پایینی دارد، به‌صورت گاز مصرف می‌شود یا می‌توان آن‌را در تتراکلریدکربن، گزیلن یا پروپن دارای کلراید حل و به‌صورت مایع مصرف نمود. از این ماده برای ضد عفونی خاک گلخانه‌ها نیز استفاده می‌شود و خاک ضد عفونی شده حتماً باید با پلاستیک پوشانده شود. از مزایای آن، نفوذ سریع و راحت به درون خاک، عدم گیاه‌سوزی و تصعید سریع بعد از مصرف می‌باشد. اگرچه برای کاربرد آن علیه قارچ‌ها، باید غلظت بیشتری از آن‌را به‌کار گرفت، اما در هر حال علیه قارچ‌های خاکزی و بخصوص عوامل بوته‌میری کاملاً مؤثر است. مهم‌ترین ترکیبات شیمیایی ضد عفونی کننده خاک شامل نماگون (Nemagon)، واپام (Vapam)، میلون (Mylone)، ورلکس (Vorlex)، تراکلر (Terrachlor)، دکسون (Dexon)، اتازول (Ethazol)، پروپاموکارب (Propamocarb) و تریزون (Trizone) می‌باشند.

برای کنترل پوسیدگی آرمیلاریایی درختان میوه هسته‌دار (Armillaria mellea) لازم است تمام درختان آلوده و بقایای آن‌ها از باغ خارج شده و سوزانده شوند. درختان سالم که اطراف درختان آلوده قرار دارند نیز باید حذف شوند. در پاییز نیز برای هر متر مربع از باغ، دو گرم متیل‌بروماید مصرف می‌گردد. برای این منظور خاک را خشک نگه می‌داریم و گاز را تا آنجا که ممکن است عمیق‌تر تزریق می‌نماییم، سپس برای مدت دو هفته با پلاستیک روی آن‌را می‌پوشانیم. بعد از برداشتن پوشش پلاستیکی خاک به مدت یک ماه در معرض هوای آزاد قرار می‌گیرد تا باقیمانده گاز کاملاً از آن خارج شود سپس اقدام به کاشت نهال‌های جدید خواهیم نمود.

در برخی موارد قارچ‌کش‌های سیستمیک و حفاظتی را می‌توان از طریق ریختن در آب آبیاری علیه بیماری‌های خاکزی به‌کار برد که این عمل به Fungigation موسوم است. همچنین برخی بیماری‌های برگی مانند سفیدک‌های دروغی و زنگ‌ها را می‌توان با مخلوط کردن قارچ‌کش‌هایی مانند Metalaxyl و Triadimenol در کودهای شیمیایی و استفاده از مخلوط آن‌ها قبل از کاشت، به‌طور موفقیت‌آمیزی کنترل نمود.

۲۲-۲ ضد عفونی بذر

همانگونه که قبلاً بیان شد اولین قارچ‌کش‌هایی که به منظور کنترل بیماری‌های گیاهی به‌کار گرفته شدند، ضد عفونی کننده‌های بذر بودند. با توجه به آنچه که در تاریخچه ذکر گردید، Prevost استفاده از سولفات مس را جهت ضد عفونی بذر توصیه کرد. اگرچه مصرف سولفات مس علیه سیاهک پنهان گندم کاملاً مؤثر بوده است، اما نتایج نامطلوبی را نیز به‌همراه داشته است که از آن جمله خسارت دیدن بذر و گیاهچه‌های جوان بود. از سال ۱۸۶۱ در آمریکا متداول شده بود که بعد از خیساندن بذرهای گندم در محلول سولفات مس، بذرهای مرطوب را به‌وسیله پاشیدن آب آهک خیس نمایند. در سال ۱۸۷۳ محقق آلمانی به نام Dreisch گزارش نمود که افزودن آهک به محلول سولفات‌مس از خاصیت گیاه‌سوزی آن می‌کاهد. یکی دیگر از موارد نامطلوب سولفات‌مس، عدم تأثیر آن روی سیاهک آشکار گندم بود. Tillet در سال ۱۷۵۵ اولین شخصی بود که تفاوت میان سیاهک آشکار و پنهان گندم را شناسایی کرد، همچنین بر اساس گزارش ایشان، ضد عفونی بذر به وسیله آب نمک و آب آهک هیچ تأثیری درکنترل سیاهک آشکار ندارد. به‌تدریج قارچ‌شناسان مطمئن شدند که چرخه زندگی عامل سیاهک پنهان و عامل سیاهک آشکار با یکدیگر تفاوت دارد. محقق دانمارکی به‌نام Jensen در سال ۱۸۸۸ گزارش نمود که عامل بیماری سیاهک آشکار جو به درون جنین دانه راه می‌یابد. بعدها در سال ۱۸۹۶، Maddox استرالیایی واقعیت مزبور را در رابطه با سیاهک آشکار گندم نیز به اثبات رساند.

در سال‌های بعد Plowright گزارش داد که نقطه متمایزی در رابطه با تولید مثل عامل سیاهک آشکار گندم و جو (.Ustilago spp) وجود دارد که اساساً با عامل سیاهک پنهان گندم (Tilletia spp) متفاوت است. به‌طوری که اگر بذرهای گندم به وسیله سولفات مس، ترکیبات آرسنیکی، آب آهک یا آب نمک ضد عفونی گردند، از بروز سیاهک پنهان جلوگیری به‌عمل می‌آید، اما همین ضد عفونی بذر هیچ تأثیری در کنترل سیاهک آشکار نخواهد داشت. عدم کارایی مطلوب سولفات‌مس علیه سیاهک آشکار دلیل موجهی بود که Jensen را وادار نمود تا روش مطمئن‌تری را مورد آزمایش قرار دهد، در نتیجه در سال ۱۸۸۸، ضد عفونی بذر با آب گرم را توصیه نمود. بر اساس گزارش Klerman، آب گرم مؤثرترین وسیله برای ضد عفونی سیاهک پنهان گندم می‌باشد. همچنین سولفات‌مس، استات‌مس، نیترات‌مس، سولفیدپتاسیم و کلرورجیوه از نظر خاصیت قارچ‌کشی مشابه آب داغ عمل می‌کنند، اما تمام آن‌ها کم و بیش موجب خسارت بذر می‌گردند. Klerman همچنین کار محققین قبل را در رابطه با اینکه سولفات‌مس علیه سیاهک آشکار بدون تأثیر می‌باشد، تأیید نمود. Bolly در سال ۱۸۹۷ ضمن تأیید کارهای Klerman در مورد آب داغ، سولفات‌مس و کلریدجیوه، محلول فرمالدئید را برای اولین بار به منظور ضد عفونی بذر غلات بخصوص یولاف توصیه نمود. فرمالدئید به این دلیل بر سیاهک آشکار یولاف مؤثر است که قارچ عامل بیماری به درون جنین نفوذ نکرده و فقط در زیر پوسته دانه یا گلومل مستقر می‌شود و به این ترتیب بخار فرمالدئید می‌تواند قارچ عامل بیماری را از بین ببرد. در سال‌های بعد فرمالدئید به جای بسیاری از مواد شیمیایی که روی بذر ایجاد خسارت می‌کردند، به منظور ضد عفونی بذر در سطح وسیعی به‌کار گرفته شد. در سال ۱۹۰۰، Sirrine و Stewart استفاده از پودر گوگرد به همراه آهک را توصیه نمودند و در همین سال شخصی به نام Selby مجدداً فرمالدئید را که قبلاً به عنوان ضد عفونی کننده بذر توصیه شده بود، به‌کار گرفت. او این بار محلول رقیقی از فرمالدئید را به همراه بذر به درون خاک فرستاد و این عمل کافی بود تا گیاهچه جوان را از آلودگی مصون دارد. بعدها معلوم شد که فرمالدئید به مراتب بهتر از مخلوط گوگرد و آهک می‌تواند پیاز را از آلودگی به سیاهک محفوظ دارد و در نتیجه تا سال ۱۹۵۴، به عنوان یک ضد عفونی کننده استاندارد علیه سیاهک پیاز به‌کار گرفته شد. به‌تدریج مشخص شد که بوته میری‌ها (Damping Off) مربوط به موجودات زنده درون خاک بوده و کمتر به عوامل زنده روی بذر بستگی دارند، لذا قارچ‌کش‌ها بر اساس محافظت بذر و نیز محافظت گیاهچه‌های جوان (در ابتدای مراحل رشد گیاهچه) مورد ارزشیابی قرار می‌گرفتند.

همچنین به اثبات رسید که ترکیبات آلی جیوه‌ای خاصیت محافظت کنندگی اندکی روی بذر دارند، اما نتایج تحقیقات نشان داده بود که اکسید مس، اکسید روی و سولفات روی برای محافظت از بذر ارزش فراوانی دارند. شروع جنگ جهانی دوم و به‌کارگیری مس، روی و جیوه در تجهیزات جنگی باعث شد

محققان به دنبال جانشین غیرفلزی مناسبی برای محافظت از بذر باشند که به این ترتیب تعداد کمی از مواد ضد عفونی کننده نسبتاً مطلوب و کارآمد مانند کلرانیل، تیرام و کاپتان کشف شده و به‌سرعت گسترش یافت. در این زمان موادی که به‌صورت گرد یا محلول درون خاک به‌کار گرفته می‌شدند، در حال افزایش بودند. در سال ۱۹۰۲، Tubeuf آلمانی پودر کربنات مس را به منظور ضد عفونی بذر علیه سیاهک پنهان گندم به‌کار گرفت. در سال ۱۹۱۷، دو محقق استرالیایی به‌نام‌های Darnell و Smith پودر کربنات‌مس را برای ضد عفونی بذر علیه سیاهک مخفی گندم به‌کار گرفتند که از آن پس مصرف آن به‌سرعت متداول شد. ضد عفونی بذر با ترکیبات آلی جیوه‌ای در سال ۱۹۱۳ توسط Riehm گزارش گردید. به دلیل درک روزافزون خاصیت گیاه‌سوزی سولفات مس و فرمالدئید و نیز مشکل بودن ضد عفونی بذر با آب داغ، جستجوی همه جانبه‌ای به منظور یافتن مواد شیمیایی جدید جهت ضد عفونی بذر ادامه داشت، در نتیجه ترکیبات آلی جیوه‌ای بزرگترین امیدواری را به‌وجود آوردند. در طول جنگ جهانی اول، چندین ماده جدید با نام‌های تجاری مختلف به عنوان ضد عفونی کننده بذر به ثبت رسیدند. مواد تبخیر شونده بخصوص برای عوامل بیماری‌زایی که عامل بیماری زیر گلومل جای گرفته بود [مانند بیماری پوسیدگی نواری جو (Helminthosporium gramineum) و بیماری سیاهک پنهان یولاف (Ustilago hordei)]، مجدداً اهمیت یافتند. بعد از سال ۱۹۲۵، پودرهای ضد عفونی کننده بر ترکیبات جیوه‌ای پیشی گرفتند اما طی دهه ۱۹۵۰ مجدداً محلول‌های ضد عفونی کننده جیوه‌ای با غلظت‌های بیشتر مورد توجه قرار گرفتند. مهم‌ترین قارچ‌کش‌های آلی حفاظتی که برای ضد عفونی بذر مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل Chloranil، Dichlone، Hexachlorobenzene، Maneb، Mancozeb، Thiram، Captan، Chloroneb، PCNB و مهم‌ترین قارچ‌کش‌های آلی سیستمیک برای این منظور Metalaxyl، Triadimenol، Carboxin، Benomyl و Thiabendazole می‌باشند.

۱-۲-۲۲ چگونگی ضد عفونی بذر

با توجه به هدف و ماهیت ضد عفونی بذر، سه حالت کلی زیر مشاهده می‌شود:

الف- ضد عفونی کامل بذر (حذف عامل بیماری‌زا یا Disinfection)

ب- زدودن عامل بیماری‌زا از بذر (Disinfestation)

ج- محافظت بذر در مقابل بیماری (Seed Protection)

هر یک از قارچ‌کش‌ها ممکن است برای یک یا چند روش از روش‌های فوق مفید باشند.

الف- ضد عفونی کامل بذر (Disinfection): عملیات مربوط به ضد عفونی کامل بذر مشکل‌ترین بخش از عملیات سه‌گانه فوق می‌باشد. هنوز برای ضد عفونی و کنترل عوامل بیماری‌زا که بذرها را آلوده می‌کنند (مانند بیماری‌های برق‌زدگی نخود یا Ascochyta spp، سوختگی عمومی لوبیا یا Xanthomonas spp و آنتراکنوز لوبیا یا (Colletotrichum spp) روش کاملاً قاطع و مؤثری پیدا نشده است. روش ضد عفونی بذر در مواردی به‌کار گرفته می‌شود که عامل آلودگی در زیر پوست (Seed Coat) یا در بافت‌های عمیق‌تر بذر و داخل جنین جای گرفته باشد و با به‌کارگیری یک ضد عفونی کننده مناسب به‌طور کامل ریشه‌کن شود. روش ضد عفونی بذر به‌وسیله آب گرم بر عوامل بیماری‌زای متعددی شامل سیاهک آشکار گندم (Ustilago tritici)، سیاهک آشکار جو (U. nuda) ساق سیاه چلیپائیان (Phoma lingam)، پوسیدگی سیاه چلیپائیان (Xanthomonas campestris)، لکه قهوه‌ای کرفس (Septoria apiicola)، پوسیدگی نواری جو (Helminthosporium gramineum) و پوسیدگی ریزوکتونیایی گوجه‌فرنگی (Rhizoctonia spp) به‌طور کامل مؤثر می‌باشد. در ایالت پنجاب هند، از حرارت خورشید نیز برای مبارزه با سیاهک آشکار گندم و جو استفاده می‌شود، برای این منظور، بذرها را به مدت چهار ساعت در آب خیسانده و آن‌گاه به مدت یک ساعت در آفتاب پهن می‌کنند. همچنین خیساندن بذرهای آلوده داخل اسید استیک 8% برای مدت 24 ساعت باعث ضد عفونی کامل می‌گردد. تخمیر گوجه‌فرنگی‌های آلوده به عامل شانکر باکتریایی (Corynebacterium Michiganensis) برای مدت 96 ساعت در حرارت 20 درجه سانتی‌گراد باعث کنترل کامل بیماری می‌شود که دلیل این امر افزایش غلظت اسید حاصل از تخمیر و تأثیر آن روی عامل بیماری می‌باشد.

ب- حذف عامل بیماری‌زا از بذر (Disinfestation): عملیاتی که طی قرون 17 و 18 میلادی به منظور مبارزه با سیاهک پنهان گندم روی بذرهای غلات انجام می‌شد، کم و بیش علیه آن گروه از عوامل بیماری‌زایی که در سطح بذر وجود داشتند (مانند تلیوسپور سیاهک پنهان)، مؤثر بود. اگرچه سولفات مس برای این منظور مؤثر بود اما دارای خاصیت گیاه‌سوزی بود. زمانی که فرمالدئید برای ضد عفونی معرفی گردید، مصرف آن بخصوص برای یولاف به سرعت متداول شد. پودر کربنات‌مس بر خلاف سولفات‌مس به دلیل عدم گیاه‌سوزی، بر سایر ضد عفونی کننده‌های بذر پیشی گرفت. اما پودر کربنات‌مس دارای یک نقطه ضعف نیز بود و آن آسیب مکانیکی بذر به‌وسیله دستگاه‌های ضد عفونی کننده اولیه بود. هم‌اکنون از ترکیبات آلی مختلفی برای ضد عفونی بذر غلات استفاده می‌شود. به عنوان مثال، متیل‌مرکوری و اتیل‌مرکوری از قدرت کافی برخوردار هستند تا بتوانند به زیر گلوم گندم نفوذ کرده و تلیوسپور عامل سیاهک پنهان گندم را از بین ببرند. به‌علاوه بخارات سم نیز اطراف بذر را به

خوبی پوشش می‌دهند که به این ترتیب تأثیر آن‌ها افزایش می‌یابد. از اواخر دهه ۱۹۲۰، پودرهای قارچ‌کش با سرعت زیادتری به‌کار گرفته شدند تا اینکه در سال ۱۹۴۰ روش ضد عفونی مرطوب (Slurry) متداول گردید. در روش ضد عفونی مرطوب، 15 تا 20 سانتی‌متر مکعب از محلول‌های تغلیظ شده (Concentrated Liquid) برای 36 کیلوگرم بذر گندم به‌کار می‌رود.

ج- محافظت بذر (Seed Protection): اساس محافظت بذر بر این اصل استوار است که اطراف بذر و گیاهچه جوان را یک لایه قارچ‌کش احاطه نماید و آن‌را بخصوص در مرحله‌ای که بسیار آسیب‌پذیر است، از آلوده شدن توسط عوامل بیماری‌زای خاکزاد محافظت نماید. بسیاری از عوامل بیماری‌زای گیاهی جزء انگل‌های اختیاری هستند و به استثنای دوره کوتاهی که حساسیت به آلودگی در بالاترین نقطه خود می‌باشد و محیط نیز برای آلوده شدن بسیار مساعد است، در سایر زمان‌ها نمی‌توانند به گیاه حمله کرده و آن‌را بیمار کنند.

بسیاری از ترکیبات آلی که به منظور زدودن عوامل بیماری‌زا از سطح بذر به‌کار گرفته می‌شوند در عین حال محافظت را نیز انجام می‌دهند. ضد عفونی بذر گندم به‌وسیله هگزاکلروبنزن نه تنها عوامل بیماری‌زا را از سطح بذر می‌زداید بلکه بذر را نیز از حمله تلیوسپورهای موجود در خاک محافظت می‌کند. کاپتان (Captan) به عنوان یک محافظت کننده کارآمد، بخصوص برای محافظت بذر نخود، لوبیا، باقلا از پاتوژن‌های خاکزی در سطح بسیار وسیعی به‌کار گرفته می‌شود. کاپتان، تیرام و دی‌ای‌کلون معمولاً به طریق ضد عفونی مرطوب مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در رابطه با ضد عفونی بذر پیاز علیه سیاهک، یک مورد کاملاً غیرعادی وجود دارد، به‌طوری که فرمالدئید مایع به بذر پیاز آسیب می‌رساند و کاربرد آن نیز به‌وسایل خاصی نیاز دارد. پودرهای قارچ‌کشی که به‌کار گرفته می‌شوند به اندازه کافی بذر را محافظت نکرده، لذا برای به‌کارگیری آن‌ها تضمینی وجود ندارد. یکی از دلایل عدم موفقیت کامل این است که، قارچ‌کش باید منطقه‌ای را که بین ریشه و سطح خاک است محافظت نماید، زیرا بذر پیاز همراه با لپه‌های اولیه رشد نموده و به طرف سطح خاک رانده می‌شود، در این حالت مقدار کافی از قارچ‌کش در اطراف وجود ندارد تا خاک اطراف آن‌را ضد عفونی کند. فرمالدئید اگر به صورت مایع به‌کار گرفته شود، به سرعت تبخیر شده و در نتیجه به اندازه کافی خاک اطراف بذر را ضد عفونی نمی‌کند. با افزودن یک قارچ‌کش مانند کاپتان، تیرام یا هگزاکلروبنزن و چسبیدن آن به سطح بذر، نتیجه مطلوب‌تری حاصل خواهد شد. روشی که به‌کار گرفته می‌شود به این ترتیب است، محلول رقیقی از متوسل (Methocel) یا استات سلولز را به عنوان ماده چسباننده به‌کار می‌برند، سپس بذر پیاز را با گرد قارچ‌کش مخلوط می‌نمایند، به‌طوری که گرد، سطح خارجی بذر را کاملاً بپوشاند و آن‌را محافظت نماید. محققی بنام Berbee و همکاران چنین روشی را

علیه بوته‌میری جوانه‌های کاج به‌طور موفقیت‌آمیزی به‌کار گرفت.

به دلایلی که در زیر آمده است نمی‌توان قارچ‌کش مطلوب و مؤثری برای ضدعفونی بذر توصیه نمود:

۱- به دلیل نیازهای متفاوتی که هر یک از عملیات سه‌گانه فوق (شامل ضد عفونی، حذف عامل بیماری‌زا و محافظت) دارا هستند.

۲- به دلیل تفاوت‌های آب و هوایی در مناطق مختلف و نقش آب و هوا در بیماری‌زایی

۳- به علت تداوم ساخته شدن و عرضه قارچ‌کش‌های جدید توسط آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و شرکت‌های سازنده سموم

به این ترتیب توصیه خاصی برای مصرف یک قارچ‌کش با نام تجاری مشخص امکان‌پذیر نیست و توصیه‌ها دائماً در حال تغییر می‌باشند.

۲-۲-۲۲ وسایل ضد عفونی بذر

تا دهه ۱۹۲۰، ضد عفونی بذرها و غده‌ها به‌صورت انفرادی و توسط کشاورزان انجام می‌شد. برای ضد عفونی در مقیاس کوچک، وسایل ساده خانگی کفایت می‌نماید. برای این منظور، بذر و گردهای ضد عفونی کننده، درون بشکه‌ای که در اطرف بدنه داخلی آن میله‌ای نصب شده و حول یک محور افقی و روی دو پایه قابل چرخش است، ریخته می‌شوند. زمانی که روش ضد عفونی با آب گرم متداول شد، نیاز به وسایل دقیق‌تری بود. آنگاه که عملیات ضد عفونی بذر گسترده‌تر شد، دستگاه‌های ضد عفونی کننده بذر در سطح وسیع‌تری گسترش یافتند. در سال‌های اخیر دستگاه‌های ضد عفونی کننده برای حجم‌های بزرگ بذر در مقیاس‌های بسیار وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دستگاه‌ها معمولاً در محل بوجاری نمودن بذرها قرار گرفته و همزمان با پاک کردن بذر، عملیات ضد عفونی نیز انجام می‌شود که برای انجام این‌کار معمولاً از محورهای تراکتور استفاده می‌شود. یکی از مشکلات ضد عفونی بذر در سطوح وسیع و در محل‌های بوجاری، خطری است که کارگران حاضر در محیط را تهدید می‌کند، زیرا هنگام عملیات ضد عفونی، بدون شک مقادیری از پودر قارچ‌کش در فضا و محیط پراکنده شده و موجب مسمومیت کارگران می‌شود. اغلب پودرهای قارچ‌کش موجب التهاب و خارش شدید پوست یا مخاط تنفسی می‌شوند. بخش اعظم این مواد را می‌توان به وسیله هواکش‌های قوی از محیط کار خارج نمود. اما مشکل دیگری که در این رابطه وجود دارد این است که مقادیری از سم که توسط هواکش‌ها خارج می‌گردد باعث کاهش اثر ضد عفونی کنندگی آن‌ها می‌شود. به علاوه در عملیات ضد عفونی بذر نمی‌توان مقادیر زیاد بذر را دقیقاً وزن کرد، به همین دلیل مقدار سم مورد نیاز

نیز نمی‌تواند به‌طور دقیق تعیین شود.

۳-۲-۲۲ ضد عفونی مرطوب بذر (Slurry)

ضد عفونی مرطوب روشی است که برای حذف عوارض سوء ناشی از ضد عفونی به وسیله گرد ابداع گردیده است. در این روش، پودر قارچ‌کش را با یک ماده تعلیق کننده و آب مخلوط نموده و به‌صورت امولسیون غلیظی درمی‌آورند. دانه‌های غلات که درون جعبه‌های کوچک روی زنجیر متحرک در حال حرکت هستند، با حجم مشخصی از امولسیون محلول‌پاشی می‌شوند. مخلوط شدن بذرها با سم به‌وسیله مخلوط کننده‌های مخصوص طوری صورت می‌گیرد که مواد پاشیده شده به‌طور کامل سطح بذرها را بپوشانند. زمانی که بذرهای ضد عفونی شده از دستگاه خارج می‌شوند، رطوبت چندانی ندارند، لذا می‌توان آن‌ها را مستقیماً به درون کیسه‌های بذر هدایت و بسته‌بندی نمود. از مزایای این روش عدم پخش گرد قارچ‌کش در محیط و ضد عفونی بذر به‌صورت کاملاً یکنواخت و دقیق است.

قارچ‌کش‌های کاملاً محلول در آب نیز به بازار عرضه شده و می‌توان محلول غلیظ قارچ‌کش‌ها را در مقادیر بسیار اندک (حدود یک سانتی‌متر مکعب برای هر کیلوگرم بذر) و به روش‌های مختلف روی بذر پاشید. مزیت این روش این است که ماشین عمل کننده که به Mist-o-matic موسوم است، به ازای مقادیر معینی از بذر، مقدار مشخصی از قارچ‌کش را وارد دستگاه می‌کند، لذا عملیات ضد عفونی به‌صورت دقیق‌تری انجام می‌گیرد. بذرکارهای مخصوصی اخیراً مورد استقبال قرار گرفته‌اند که پودرهای رقیق سم همراه با بذر در جعبه مخصوص آن ریخته می‌شود، به این ترتیب بذر هنگام کاشتن کاملاً ضد عفونی می‌شود. مزیت این دستگاه این است که همان مقدار بذری که کاشته می‌شود، ضد عفونی شده و کشاورز مجبور به معدوم نمودن مازاد بذر ضد عفونی شده نیست. زیرا ممکن است برخی مواقع مازاد بذر ضد عفونی شده، با گندم خوراکی که در تهیه نان مصرف می‌شود، مخلوط گردد که عملی غیر قانونی و بسیار خطرناک است. معمولاً حجم سموم به‌کار گرفته شده برای ضد عفونی را بیشتر می‌گیرند تا مقدار سم روی بذر به اندازه کافی باشد. بنابراین برای صرفه‌جویی در مقادیر سم می‌توان از یک ماده چسباننده استفاده نمود تا مقدار سم چسبیده شده به بذر افزایش یابد. این روش که به Pelleting موسوم است، برای اولین بار روی بذر پیاز به‌کار گرفته شد. برای این منظور می‌توان از ماده چسباننده‌ای به‌نام متوسل (Methocel) یا استات‌سلولز استفاده کرد، بذر پیاز را با آن چسبناک کرد و سپس با قارچ‌کش تیرام مخلوط کنیم. به این ترتیب بذرهای پیاز با مقدار کافی از سم آغشته شده و از حمله عامل سیاهک پیاز محفوظ می‌مانند.

۳-۲۲ ضدعفونی غده‌ها

اولین مورد در رابطه با ضدعفونی غده‌ها در سال ۱۸۹۱ توسط Bolley گزارش شد، به‌طوری که ایشان توصیه نمودند که غده‌های سیب‌زمینی به مدت 1.5 ساعت در محلول یک در هزار کلرورجیوه ضد عفونی شوند. این توصیه به عنوان یک فرمول استاندارد برای ضد عفونی غده‌های سیب‌زمینی تا چهل سال بعد نیز به‌کار گرفته می‌شد. در سال ۱۸۹۷، Arthur از ایالت ایندیانای آمریکا گزارش نمود که مصرف محلول فرمالدئید نیز می‌تواند غده‌ها را ضد عفونی نماید و این روش نیز به زودی به عنوان یک روش استاندارد مورد استقبال کشاورزان قرار گرفت. برای این کار از محلول رقیق فرمالدئید (1 به 240) استفاده شد و غده‌ها به مدت 2 ساعت در محلول مزبور ضد عفونی می‌شدند. عامل منفی مهم در روش اخیر، طولانی بودن زمان ضد عفونی بود، تا اینکه در سال ۱۹۲۰ دو پیشرفت مهم در ضد عفونی غده‌ها حاصل شد. محققی به نام Melhus با غلیظ‌تر نمودن (1 به 120) و گرم کردن محلول فرمالدئید تا 50 درجه سانتی‌گراد، مدت ضد عفونی را از دو ساعت به چهار دقیقه کاهش داد. همچنین در رابطه با ماده ضد عفونی کننده کلرید جیوه که پیشتر به‌کار می‌رفت، با افزودن 1% اسید کلریدریک به کلریدجیوه، زمان ضد عفونی از 1.5 ساعت به 5 دقیقه کاهش یافت. در سال‌های بعد ثابت شد که هر دو روش فوق به غده‌ها خسارت وارد می‌کنند که در این رابطه، بخصوص به‌کارگیری اسید کلریدریک روی غده‌هایی که خواب زمستانی را طی کرده و جوانه زده باشند، خسارت بیشتری وارد می‌سازد. طی سال‌های بعد یک ترکیب آلی جیوه به‌نام سمزان‌بل (Semesan Bel) کشف شد که متشکل از 12% هیدروکسی‌مرکوری‌نیترو فنل و 2% هیدروکسی‌مرکوری‌کلروفنل بود و برای ضد عفونی غده‌ها به‌کار گرفته می‌شد. در این روش، غده‌ها در محلول سمزان‌بل فرو برده شده و بلافاصله خارج می‌شدند که به این ترتیب زمان ضد عفونی به حداقل میزان خود رسید.

اگرچه حذف یا کاهش دو بیماری جرب سیب‌زمینی (Potato Scab) و ریزوکتونیای سیب‌زمینی (Potato Black Scurf) به‌وسیله ضد عفونی غده‌ها به دلیل قرارگیری عوامل بیماری‌زا در سطح غده‌های آلوده امکان‌پذیر بود، اما ارزش ضد عفونی غده‌ها از بسیاری جهات دیگر همچنان زیر سؤال باقی ماند و در بسیاری از مناطق، ضد عفونی غده‌ها توصیه نمی‌شد. یکی از دلایل عدم موفقیت کامل در کنترل بیماری‌های سیب‌زمینی بر اساس ضد عفونی غده‌ها، وسعت آلودگی خاک توسط عوامل بیماری‌زا و دیگری، بالا بودن نسبت سختی (Sclerotium) در گونه‌های مختلف قارچ Rhizoctonia spp بوده است. محقق انگلیسی به‌نام Greeve پس از بررسی‌های وسیع پیشنهاد نمود که غده‌های آلوده بلافاصله بعد از خارج کردن از زیر خاک به مدت 1.5 ساعت در محلول یک در هزار جیوه یا در محلول‌های آلی جیوه غوطه‌ور شوند که در نتیجه، درصد بیماری سفیدک دروغی از 70% به 2% کاهش می‌یابد. محققان

مختلفی نیز گزارش دادند که افزودن پودر قارچ‌کش بر بذرهای (قطعات بریده شده) سیب زمینی یا فرو بردن آن‌ها در محلول قارچ‌کش‌های محافظت کننده، در جلوگیری از پوسیدگی بذر مؤثر بوده و مانع ضعف بوته‌ها بعد از سبز شدن می‌شود. برای این منظور قارچ‌کش‌های کلرانیل، تیرام، زیرام، زینب، مانب و کاپتان توصیه شدند.

۲۲-٤ ضد عفونی پیاز

ضد عفونی پیاز گیاهان زینتی بخصوص پیاز گلایول و نرگس امری متداول است، به عنوان مثال به منظور ریشه‌کنی نماتد ساقه، پیاز نرگس را با آب گرم و فرمالدئید ضد عفونی می‌کنند. در بسیاری از مناطق آمریکا بعد از کندن پیاز گل‌ها، بلافاصله آن‌ها را در آب 37 درجه سانتی‌گراد فرو می‌برند و در مراحل بعد نیز قبل از کاشتن، پیازها را به‌وسیله قارچ‌کش‌های محافظت کننده ضد عفونی می‌کنند. همچنین به‌منظورجلوگیری از بروزپوسیدگی فوزاریومی گلایول (Fusarium oxysporum f.s. gladioli) از گرد یا محلول اتیل‌مرکوری‌فسفات و جهت مقابله با پوسیدگی ریزوکتونیایی‌گلایول از لیزول (Lysol) یا فربام استفاده می‌شود.

۲۲-۵ ضد عفونی سایر اندام‌های گیاهی

به غیر از غده‌ها و پیازها، قسمت‌های دیگری از اندام‌های تولید مثل غیر جنسی گیاهان نیز به منظور حذف عوامل بیماری‌زای خاص ضد عفونی می‌شوند تا بخش‌هایی از گیاه را در مقابل عوامل خاکزاد بیماری‌زا محافظت نمایند. ریشه‌های سیب‌زمینی شیرین قبل از کاشته شدن به‌وسیله کلرید جیوه یک در هزار، محلول 2.5% بوراکس، زینب یا کلرید اتیل ضد عفونی می‌گردند. در هاوایی آمریکا به‌منظور جلوگیری از پوسیدگی فیتوفتورایی (Phytophthora spp) آناناس، قبل از کاشتن آن‌را در محلول بوردو رقیق (300 - 0.7 - 1) فرو می‌برند که این عمل در کاهش بیماری مزبور بسیار مؤثر می‌باشد. به‌منظور مبارزه با بیماری زنگ (Puccinia inenthae) و نیز پژمردگی ناشی از (Verticillium albo-atrum) در نعنا، بوته‌ها را قبل از کاشت در آب داغ فرو می‌برند که البته همین عمل برای ریزوم‌های گل لاله نیز با موفقیت به‌کار گرفته می‌شود. در آمریکای مرکزی درختان جوان صمغ (Hevea spp) از محل پیوند مورد حمله قارچ دیپلودیا (Diplodia theobromae) قرار می‌گیرند. محققی به‌نام Gonez گزارش کرد که اگر پایه و پیوندک، قبل از پیوند با محلول 20% فربام ضد عفونی شوند، بیماری ناشی از قارچ مزبور به‌طور کامل کنترل خواهد شد. در هر نقطه‌ای از جهان که کاشت نیشکر مرسوم باشد، ضد عفونی قلمه‌های نیشکر نیز الزامی است. بیماری کوتولگی نیشکر (Ratoon stunting) که یک بیماری ویروسی

است، بیماری پوسیدگی قرمز نیشکر (Physalospora tucumanensis) و نیز سیاهک نیشکر (Ustilago scitaminea) را به‌وسیله ضد عفونی قلمه‌ها با آب داغ کنترل می‌نمایند. برای ضد عفونی، قلمه‌ها را به مدت دو ساعت در آب 50 درجه سانتی‌گراد، یا 8 ساعت در هوای 54 درجه یا 24 ساعت در هوای 50 درجه سانتی‌گراد قرار می‌دهند. طی این عملیات مدت زمان خواب زمستانی جوانه‌ها روی قلمه طولانی‌تر شده، به این ترتیب جوانه‌زنی قلمه‌ها با تأخیر صورت می‌گیرد که برای غلبه بر این مشکل، قلمه‌ها را به مدت 24 ساعت در محلول 2% پراکسیدسدیم قرار می‌دهند. در این رابطه ضد عفونی قلمه‌ها با یکی از قارچ‌کش‌های محافظت کننده مانند تیرام یا دای‌کلون نیز معمول است.

۲۲-۶ ضد عفونی زخم‌های درختان

به‌منظور جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا به محل‌های برش که در پوست درختان بر اثر هرس یا زخم‌های تصادفی ایجاد شد، محل‌های مزبور باید ضد عفونی و محافظت گردند. برای این منظور محل زخم با استفاده از محلول 0.5% تا 1% هیپوکلریت‌سدیم یا الکل‌اتیلیک 70% ضد عفونی می‌شود. برای معالجه زخم‌ها از موادی مانند Cerano، بوردو، Asphalt-varnish یا مخلوط 2: 2: 1 از Lanolin، Resin و صمغ استفاده می‌شود. البته برخی مواد معالجه کننده مانند Cerano علاوه بر خاصیت معالجه کنندگی دارای خاصیت ضد عفونی کنندگی نیز می‌باشند اما اغلب آن‌ها باید با یک ماده ضد عفونی کننده مانند فنیل‌مرکوری‌نیترات 0.25% و یا فنل 6% مخلوط شوند. بعد از انجام موارد فوق، با استفاده از مواد پوششی مانند Shellac روی زخم را می‌پوشانند.

۲۲-۷ ضد عفونی چوب

طی سال‌های قبل از ۱۸۵۰، چندین روش برای محافظت از چوب به‌منظور جلوگیری از پوسیدگی کشف شده بود. در سال ۱۸۳۲ میلادی شخصی به‌نام Kyan روشی را برای ضد عفونی چوب‌ها به ثبت رساند که مشتمل بر فرو بردن الوارهای چوبی در محلول کلریدجیوه بود و این روش به نام خود او Kyanizing معروف شد. در سال ۱۸۳۶، به‌کارگیری کروزوت حاصل از زغال سنگ توسط Moll جهت محافظت از چوب‌ها به ثبت رسید و در سال ۱۸۳۸ شخصی به‌نام Bethell توصیه کرد که این ماده با فشار به درون چوب تزریق شود تا کارایی آن افزایش یابد. در سال ۱۸۳۷، شخصی به‌نام Margary پیشنهاد داد که برای حفاظت چوب از سولفات مس استفاده شود و در سال ۱۸۳۸ Burnett، استفاده از کلریدروی را پیشنهاد نمود. اگرچه در حفاظت چوب مسأله گیاه‌سوزی فاقد اهمیت است، اما برخی مسائل دیگر باید مد نظر قرار گیرند که اهم آن‌ها شامل این موارد می‌باشد:

۱- مواد ضد عفونی کننده باید دارای اثر دائمی یا حداقل دراز مدت باشند.

۲- به راحتی به درون چوب تزریق گردند.

۳- در حال انجام عملیات برای کارگران خطری نداشته باشند.

۴- قابلیت اشتعال آن‌ها کم باشد.

۵- برای اتصالات آهنی خاصیت خورندگی نداشته باشند.

۶- بو و رنگ خاصی را در چوب ایجاد نکنند.

در این رابطه کروزوت حاصل از زغال سنگ و نیز کلریدروی که محلول در آب است، به مقدار زیاد مورد استفاده قرار می‌گرفتند. کروزوت محلول در نفت به مقدار زیاد و کروزوت همراه با کلریدروی در مقیاس کمتری مورد استفاده قرار می‌گرفتند. از پنتاکلروفنل نیز برای محافظت از چوب‌ها به مقدار فراوانی استفاده می‌شد. حفاظت از چوب‌های صنعتی و تجاری اهمیت بسیاری دارد و عملیات محافظتی باید در حجم وسیعی انجام شود تا اقتصادی و مقرون به صرفه باشد. وسایل مختلفی برای ضد عفونی چوب در حدود کارهای خانگی عرضه گردیده است. از آنجا که مواد محلول در آب در تنه چوبی درختان در مقایسه با چوب محکم استوانه مرکزی با سرعت و سهولت بیشتری نفوذ می‌کنند، لذا در تهیه چوب‌های خانگی و تیرهای برق و تلفن می‌توان از درختان کوچک و جوان به‌صورت ارزان و پردوام استفاده نمود. برای این منظور چوب درختان جوان را بلافاصله بعد از قطع شدن در ظرف حاوی سم به‌صورت مستقیم نگهداری می‌کنند تا سم از طریق آوندها جذب و در سرتاسر گیاه پخش شود. سولفات مس روی میخ‌ها و سیم‌های فلزی خاصیت خورندگی دارد اما کلرید روی و کروم بسیار مناسب‌تر هستند. لازم به توضیح است که یک تیر چوبی به طول 2.5 متر و قطر 20 سانتی‌متر به حدود 12 لیتر مواد محافظت کننده نیاز دارد.

فصل بیست‌وسوم

مکانیسم عمل‌قارچ‌کش‌ها و مقاومت قارچ‌ها به آن‌ها

۲۳-۱ مکانیسم عمل قارچ‌کش‌ها

سموم دفع آفات و بیماری‌های گیاهی نیز مانند داروهای پزشکی، فرایند تکامل از ترکیبات ساده غیر آلی (مانند گوگرد، مس، جیوه و ترکیبات آرسنیکی) به ترکیبات پیچیده آلی را طی نمودند. بعضی از این سموم نیز به‌صورت سیستمیک به‌منظور حفاظت از گیاهان در برابر هجوم بعضی از عوامل بیماری‌زا مورد استفاده قرار می‌گیرند. مکانیسم عمل این قارچ‌کش‌ها که مدت‌ها بدون مطالعه و بررسی به بوته فراموشی افتاده بود، با پیشرفت دانش شیمی حیاتی و نیاز کشاورزان به استفاده از سموم انتخابی، در سال‌های اخیر مورد توجه بیشتری قرار گرفته و تلاش محققین و دست‌اندرکاران برای روشن ساختن مکانیسم عمل این سموم علیه عوامل بیماری‌زا سرعت بیشتری یافت. در حال حاضر نیز نتایج مهمی حاصل شده است. بر اساس این اطلاعات مشخص شده است که فرایند متابولیسم در جنس‌ها و گونه‌های مختلف قارچ‌ها بیش از آنچه که تصور می‌شد از یکدیگر متفاوت است و این اختلاف متابولیسم بین گیاهان میزبان و قارچ‌ها نیز قابل ملاحظه می‌باشد.

گوگرد در انتقال الکترون در سیتوکروم‌های قارچی مداخله نموده و به سولفیدهیدروژن (SH_2) احیاء می‌شود که ماده مزبور برای اغلب پروتئین‌های سلولی سمی است. یون مس (Cu^{++}) برای تمامی سلول‌ها سمی می‌باشد زیرا با گروه‌های Sulfhydryl (-SH) برخی اسیدهای آمینه واکنش می‌دهد و باعث دناتوره شدن پروتئین‌ها می‌گردد. دی‌تیوکاربامات‌ها و نیز قارچ‌کش Ethazol هنگامی که توسط یک قارچ جذب می‌گردند، ماده تیوکربونیل (-N=C=S) آزاد می‌نمایند که ماده مزبور باعث غیر فعال شدن گروه‌های SH- می‌شود. ترکیبات هتروسیکلیک و Chlorinated Aromatic مانند PCNB، Chlorothalonil، Chloroneb، Captan و Vinclozolin با گروه‌های SH- و NH_2- واکنش می‌دهند و آنزیم‌های دارای گروه‌های مزبور را غیر فعال می‌نمایند. ترکیب Fosetyl-Al با افزایش مقاومت میزبان به پاتوژن، آلودگی

را کاهش می‌دهد. این عمل با تغییر ساختار دیواره سلولی میزبان و محدود کردن توانایی دسترسی میزبان به کوآنزیم‌های لازم یا با تغییر متابولیسم در جهت قرارگیری میزبان در شرایط مطلوب‌تر انجام می‌گیرد. قارچ‌کش‌های سیستمیک به‌صورت اختصاصی عمل می‌کنند و فقط روی یک عمل خاص در پاتوژن تأثیر دارند. به‌عنوان مثال، ترکیبات Oxanthin باعث متوقف شدن آنزیم سوکسینیت دهیدروژناز می‌شوند که در تنفس میتوکندریایی حائز اهمیت هستند. قارچ‌کش‌های Benzimidazole در تقسیم سلولی مداخله می‌نمایند. آنتی‌بیوتیک ضد قارچی Polyoxin و قارچ‌کش‌های ارگانوفسفات مانند Kitazin و Edifenphos باعث متوقف شدن سنتز کیتین در پاتوژن هدف می‌شوند. تعدادی از قارچ‌کش‌های سیستمیک مانند Bitertanol، Fenapanil، Imazalil، Prochloraz، Triademefon، Triarimol، Triforine و Etaconazole ضد سنتز ارگوسترل می‌باشند. ارگوسترول یک ترکیب سلولی است که در ساختمان و عمل غشای بسیاری از قارچ‌ها نقش دارد.

۲۳-۱-۱ قارچ‌کش‌های غیر اختصاصی

گوگرد، مس، جیوه، دی‌تیوکاربامات‌ها و کاپتان از جمله قارچ‌کش‌های غیر اختصاصی هستند. نحوه تأثیر اغلب قارچ‌کش‌های کلاسیک اصولاً غیر اختصاصی است. این قارچ‌کش‌ها با طیف وسیعی روی موجودات مختلف مانند قارچ‌ها، گیاهان و حتی جانوران مؤثر هستند. نحوه عمل و تأثیر این سموم در زمینه حفاظت گیاهان به این ترتیب می‌باشد که، سموم به‌صورت غیر محلول در سطح گیاه میزبان پخش می‌شوند و هاگ در حال تندش قارچ‌ها را از بین می‌برند اما به دلیل وجود کوتیکول میزبان که به‌صورت سدی در برابر این سموم عمل می‌کند، قادر به نفوذ در بافت‌های میزبان نمی‌باشند. این گروه از سموم درون سلول‌های قارچی به‌صورت غیر اختصاصی و بر روی گروه‌های SH، NH، CO و OH مربوط به پروتئین‌ها ، اسیدهای نوکلئیک یا مواد تشکیل دهنده آن‌ها با فعل و انفعالات شیمیایی اثر نموده و آن‌ها را از کار می‌اندازند.

۲۳-۱-۲ قارچ‌کش‌های اختصاصی

این گروه از قارچ‌کش‌ها به سه گروه تقسیم می‌شوند:

۱- قارچ‌کش‌هایی که روی غشای سلولی مؤثر هستند (Polyenic Antibiotics). این ترکیبات روی اغلب قارچ‌ها (به استثنای Oomycetes) تأثیر دارند، اما روی باکتری‌ها بی‌تأثیر می‌باشند. مکانیسم عمل آن‌ها تأثیر روی استرول‌هایی است که در سطح غشای سلولی قرار دارند (مانند الکل‌های جامد حلقوی اشباع نشده یا کلسترول) که نتیجه این تأثیر برهم خوردن متابولیسم

سلولی و خروج بی‌رویه مواد سلولی از قبیل یون پتاسیم (K^+) می‌باشد. از جمله این قارچ‌کش‌ها دودین (Didecyl Guanidin-acetate) را می‌توان نام برد که نحوه عمل آن اتصال به PO_4 و COOH و نهایتاً آشفته کردن عمل تغذیه سلولی در قارچ‌ها و اختلال در جذب O_2 و دفع CO_2 خواهد بود.

۲- قارچ‌کش‌هایی که روی قسمت‌های تولید انرژی سلولی مؤثر هستند. نحوه تأثیر این قارچ‌کش‌ها مانند Dinitrophenol، Terrazol وCarboxin شامل بر هم زدن عملیات میتوکندری‌ها و ایجاد اختلال در تعادل انرژی قارچ‌های عامل بیماری است.

۳- قارچ‌کش‌هایی که روی RNA و DNA و نیز پروتئین‌ها تأثیر می‌گذارند. این مواد روی تقسیم سلولی اثر کرده و فرایند پروتئین‌سازی را متوقف می‌نمایند. از جمله این سموم می‌توان به بنومیل (Benomyl) اشاره نمود.

۲۳-۲ چگونگی نفوذ سم به درون سلول قارچی

برای آگاهی از چگونگی نفوذ سم به درون سلول قارچی، نیاز به یادآوری مختصر درباره دیواره سلولی و چگونگی ساختمان آن می‌باشد. ترکیب اصلی دیواره سلولی، زنجیره‌هایی از پلی‌ساکاریدها می‌باشند و پلی‌ساکاریدهای اصلی در ساختمان دیواره سلولی کیتین، سلولز، همی‌سلولز (Hemicellulose)، مانن (Mannan) و گلوکان (Glocan) می‌باشند. قارچ‌ها از نظر ساختمان دیواره سلولی به دو گروه عمده زیر تقسیم می‌شوند.

۱- قارچ‌هایی که در دیواره سلولی خود دارای سلولز می‌باشند و به قارچ‌های سلولزی (Cellulosic Fungi) موسوم هستند.

۲- قارچ‌هایی که در دیواره سلولی فاقد مواد سلولزی بوده و در عوض حاوی کیتین هستند و قارچ‌های کیتین‌دار (Chitinous Fungi) نامیده می‌شوند.

در ضمن از نظر شیمیایی، دیواره سلولی دارای 80% تا 90% پلی‌ساکارید و بقیه شامل لیپیدها، اسیدهای چرب اشباع شده و پروتئین می‌باشد. از دیدگاه فیزیکی، دیواره سلولی شبیه پارچه‌ای است که تاروپود آن‌را رشته‌های پلی‌ساکارید و پوشش آهاری آن‌را یک لایه پروتئینی تشکیل می‌دهد. علاوه بر پلی‌ساکاریدها تعدادی از مونوساکاریدها مانند گلوکز، مانوز، گالاکتوز، ریبوز، آرابینوز نیز در دیواره سلولی وجود دارند که نقش آن‌ها دقیقاً مشخص نیست.

۳-۲۳ ترکیبات غشای سلولی

مهم‌ترین ترکیبات تشکیل دهنده غشای سلولی شامل چربی‌ها (گلیکولیپیدها، فسفولیپیدها، سولفولیپیدها و استرول‌ها) و پروتئین‌ها (گلیکوپروتئین‌ها) می‌باشد. در مورد ساختمان غشای سلولی دو فرضیه مختلف وجود دارد که عبارتند از:

۱- **واحد غشایی Unit Membrane Structure:** بر اساس این فرضیه، غشای سلولی شامل یک غشای دو لایه‌ای از اسیدهای چرب است که به‌وسیله پروتئین‌ها پوشیده شده است و مجموعه آن‌ها اصطلاحاً Unit membranic نامیده می‌شود.

۲- **موزائیک سیال Fluid Mosaic Structure:** بر اساس فرضیه Fluid Mosaic Structure، غشای سلولی شامل دو لایه از اسیدهای چرب است که پروتئین‌ها در بین آن‌ها جایگزین شده‌اند.

با توجه به مطالب فوق، سموم قارچ‌کش با مواد تشکیل دهنده غشای سلولی ترکیب شده و در ساختمان سلولی تغییراتی را ایجاد می‌کنند که نهایتاً با اختلال در روابط تنفسی و متابولیسم سلولی، رابطه اسمزی سلول را دچار مشکل می‌نمایند که در نتیجه جذب و دفع مواد به‌صورت غیرارادی انجام می‌شود. سموم قارچ‌کش همچنین با آنزیم‌های سلولی ترکیب شده و موجب خنثی شدن اثر آنزیم، تبدیل آن به ماده‌ای دیگر یا ایجاد اثرات متضاد با آن آنزیم می‌شوند. اثر نهایی این سموم، ایجاد تغییرات فراوان در وظایف سلولی عامل بیماری‌زا خواهد بود. اثر قارچ‌کش روی آنزیم‌های سلولی قارچ شامل دو قسمت مختلف زیر می‌باشد:

۱- **اثر قارچ‌کش در سطح غشای سلولی:** یک قارچ‌کش ممکن است جذب سطح سلول قارچ شود که در اصطلاح به Adsorptive موسوم است. در این وضعیت، قارچ‌کش روی آنزیم‌هایی که ورود مواد به داخل سلول را کنترل می‌نمایند، تأثیر گذاشته و آن‌ها را غیرفعال می‌نماید. با غیرفعال شدن آنزیم‌های مزبور، نظم و ترتیب مربوط به ورود و خروج مواد به داخل سلول برهم می‌خورد.

۲- **اثر قارچ‌کش در داخل پروتوپلاسم:** اغلب قارچ‌کش‌ها از غشای سلولی عبور کرده و جذب داخل سلول قارچ می‌شوند (Absorptive). در این شرایط روی آنزیم‌های داخل سلولی که فعالیت‌های حیاتی سلول‌های قارچی را بر عهده دارند، اثر می‌گذارند و آن‌ها را غیرفعال می‌کنند. نتیجه این امر توقف پدیده‌های حیاتی سلول و در نهایت مرگ قارچ می‌باشد. برای

ورود یک قارچ‌کش به داخل سلول، قارچ‌کش باید از غشای نیمه‌تراوای سیتوپلاسمی که به منزله سدی در برابر نفوذ مواد به داخل سلول است، عبور نماید. با توجه به اینکه غشای مزبور از دو لایه فسفولیپید احاطه شده توسط یک لایه پروتئین تشکیل شده، لذا نفوذ یک سم به داخل سلول به میزان انحلال آن در چربی مربوط می‌شود. بر اساس تحقیقات Goksoyer (1955) روی قارچ‌کش‌های دی‌تیوکاربامات، خاصیت سمی قارچ‌کش‌های محلول در چربی به مراتب بیشتر از قارچ‌کش‌های محلول در آب می‌باشد. بنابراین خاصیت قارچ‌کشی یک ترکیب بستگی به میزان حلالیت آن در چربی و آب دارد که به‌صورت فرمول زیر ارائه می‌گردد.

$$\text{قدرت قارچ‌کشی} = \frac{\text{میزان حلالیت قارچ‌کشی در چربی}}{\text{میزان حلالیت قارچ‌کشی در آب}}$$

بر اساس آزمایشات McCallan و Miller (1963)، بین سمیت قارچ‌کش و سهولت یا قدرت جذب آن هیچ رابطه‌ای وجود ندارد. اسپورهای یک گونه قارچ ممکن است مقدار زیادی از یک سم را جذب نمایند بدون اینکه روی آن‌ها تأثیری بگذارد. اما اسپورهای گونه‌ای دیگر ممکن است فقط مقدار اندکی از سم را جذب نمایند که همین مقدار کم، جوانه‌زنی اسپورها را متوقف می‌نماید.

۴-۲۳ سنجش مقدار سمیت سموم در ظروف شیشه‌ای (In Vitro)

این روش برای شناخت و انتخاب سموم قبل از شروع عملیات سمپاشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از مزایای این روش، سرعت عمل زیاد و صرفه اقتصادی آن است. از معایب این روش این است که بعضی از سموم فقط در محیط زنده (In Vivo) فعال بوده و لذا نمی‌توان از روش In Vitro برای آن‌ها استفاده کرد. با بهره‌گیری از این روش می‌توان سموم را غربال کرده و بهترین آن‌ها را انتخاب نمود و ضمناً میزان حساسیت و مقاومت قارچ‌ها را در برابر سموم تعیین کرد.

به منظور سنجش مقدار سمیت سموم در ظروف شیشه‌ای، یک محیط کشت با مقدار معینی از سم تهیه کرده و روی آن‌را با کاغذ سلوفان می‌پوشانیم. هاگ قارچ را روی کاغذ سلوفان رشد داده و بعد از مدتی به محیط عادی انتقال می‌دهیم. در صورتی که قارچ در محیط جدید رشد نماید، سیستم دارای خاصیت توقف رشد (Estatic) بوده و اصطلاحاً Fungistatic نامیده می‌شود. اما اگر قارچ نتواند در این محیط به رشد خود ادامه دهد، خاصیت کشندگی سم به اثبات رسیده که اصطلاحاً به Fungicide موسوم است. همچنین Genestate به ترکیبات شیمیایی اطلاق می‌گردد که قارچ‌کش نیستند اما مانع جوانه‌زنی اسپور قارچ‌ها می‌شوند. بعضی از ترکیبات شیمیایی مورد استفاده علیه قارچ‌ها در غلظت‌های مختلف می‌توانند به‌صورت قارچ‌کش یا متوقف کننده رشد Fungistate عمل کنند، در حالی که برخی سموم در تمامی

غلظت‌ها دارای خاصیت Fungistatic می‌باشند. در این رابطه نوع قارچ نیز مؤثر می‌باشد، به‌طوری که یک قارچ‌کش ممکن است روی یک قارچ Fungicide و روی قارچ دیگر Fungistate باشد.

۵-۲۳ سمیت قارچ‌کش‌ها و روش‌های اندازه‌گیری آن

درجه سمیت قارچ‌کش‌ها بصورت LD50 نشان داده می‌شود و عبارت است از، مقدار قارچ‌کشی که برای کشتن 50% از جانوران آزمایشگاهی مورد نیاز است که واحد آن میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن جاندار می‌باشد. میزان سمیت قارچ‌کش‌ها در مقایسه با حشره‌کش‌ها و نماتدکش‌ها بسیار کمتر است.

به منظور اندازه‌گیری قدرت سمیت یک قارچ‌کش روش‌های متعددی وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

۱- استفاده از محیط کشت مسموم

۲- روش تندش هاگ روی کاغذ سلوفان

۳- روش تحرک زئوسپور

۴- روش اندازه‌گیری تنفس بعد از مصرف قارچ‌کش و مقایسه آن با قبل از مصرف (تعیین نسبت O_2/CO_2 در هر دو مرحله).

۶-۲۳ خصوصیات قابل اندازه‌گیری در قارچ‌کش‌ها

بعد از مصرف هر قارچ‌کش، اثرات آن بر قارچ مورد نظر را باید مورد بررسی قرار داد. روش‌هایی که در این رابطه مورد استفاده می‌باشند عبارتند از:

۱- اندازه‌گیری رشد ریسه‌ها (افزایش حجم سلولی، قطر کلنی و وزن خشک سلول‌ها)

۲- اندازه‌گیری درصد تندش هاگ

۳- اندازه‌گیری مقدار تنفس

۴- اندازه‌گیری قدرت تحرک زئوسپورها

۵- اندازه‌گیری قدرت هاگ‌زایی

۶- اندازه‌گیری قدرت ایجاد اندام‌های تولید مثلی

۷- قدرت جذب آب و متورم شدن هاگ

۸- تغییرات مورفولوژیکی هاگ در موقع تندش

۹- میزان تغییر در نفوذپذیری هاگ

تاکنون در مورد قارچ‌کش‌ها و به‌طور کلی سموم سیستمیک این نگرانی وجود داشته است که سم علاوه بر عامل بیماری، سلول‌های گیاه میزبان را نیز از بین می‌برد. اما پیشرفت‌های ایجاد شده در علوم شیمی و گیاه‌شناسی موجب شده است تا امروزه گیاهان میزبان در معرض اثرات سوء و جانبی سموم قرار نگرفته و حتی در صورت کاربرد سموم شیمیایی به رشد و نمو طبیعی خود ادامه می‌دهند. یکی از روش‌های بسیار مؤثر برای مبارزه با عوامل خاکزاد بیماری، تناوب زراعی می‌باشد. اما دانشمندان امروزه به دنبال یافتن نوعی ماده شیمیایی می‌باشند که ماده مزبور بتواند مقاومت گیاه میزبان را در مقابل عوامل خاکزاد بیماری افزایش دهد. در صورت دسترسی به این قبیل مواد، این عوامل بیماری‌زا توانایی حمله به میزبان را نداشته و از بین خواهند رفت. کاهش جمعیت عوامل خاکزاد بیماری تا زیر آستانه اقتصادی خسارت، مستلزم صرف دقت، انرژی و مقدار قابل توجهی قارچ‌کش قابل مصرف در خاک و در نتیجه صرف هزینه زیاد می‌باشد. بنابراین در صورتی که با مصرف مقدار کمتری ماده شیمیایی، گیاه را در مقابل عامل بیماری‌زا مقاوم نماییم، نتیجه مطلوب‌تری عاید خواهد شد. تاکنون سعی بر این بوده است که قارچ‌کش‌های محافظتی جدیدی به بازار عرضه شود و در نتیجه زمان و هزینه کمتری برای تولید سموم ریشه‌کن کننده صرف شود. Hamilton و همکاران ایشان برای کنترل بیماری لکه برگی گیلاس از سیکلوهگزامید (Cyclohexamid) استفاده نمودند و ماده مزبور را فقط روی قسمتی از گیاه به‌کار گرفتند و در نهایت دریافتند که سم، توسط آوندها به قسمت‌های دیگر گیاه منتقل شده و به این ترتیب از سرایت بیماری به بافت‌های جدید جلوگیری می‌شود.

ورود قارچ‌کش‌های محافظت کننده به محیط‌های سلولی موجب قطع اعمال حیاتی و عمل همانندسازی سلول میزبان می‌شود. اولین قارچ‌کش سیستمیک بنومیل بود، اما پس از آن گروه‌های مختلفی از سموم سیستمیک تولید و ارائه شدند. از ویژگی‌های عمده قارچ‌کش‌های سیستمیک، انتخابی بودن آن‌ها است، به این معنی که قارچ‌کش مورد استفاده فقط روی تعداد بخصوصی از عوامل بیماری‌زا موثر می‌باشد. به عنوان مثال، بنومیل و سایر مشتقات بنزیمیدازول (Benzimidazoles) روی قارچ‌های ناقص و تعدادی از Ascomycetes مؤثر بوده اما روی Oomycetes و Basidiomycetes تأثیری ندارند. اما در نقطه مقابل، قارچ‌کش ریدومیل (Ridomyl) فقط روی قارچ‌های Oomycetes مؤثر بوده و روی سایر رده‌های قارچی تأثیری ندارد. کربوکسین (Carboxin) به‌عنوان قارچ‌کش سیستمیک علیه عوامل خاکزاد بیماری به‌عنوان سموم ضد عفونی کننده بذر استفاده می‌شود.

برای کنترل موفق‌تر قارچ‌ها، توصیه می‌شود که از سموم محافظت کننده و سیستمیک به‌طور متناوب استفاده شود، زیرا تکرار مصرف سموم سیستمیک موجب بروز مقاومت در عامل بیماری‌زا شده و در این صورت عوامل بیماری‌زا عملاً نسبت به این قارچ‌کش‌ها حساسیتی از خود نشان نمی‌دهند.

بعضی از سموم سیستمیک را می‌توان در مقادیر کم و به‌صورت گرانول علیه قارچ‌های خاکزی مورد استفاده قرار داد. این سموم از طریق ریشه وارد اندام‌های هوایی شده و در نتیجه می‌توانند از بروز بیماری‌های مربوط به برگ (سفیدک حقیقی خیار) جلوگیری نمایند. ریدومیل به‌صورت گرانول به میزان 500 گرم در هکتار علیه بیماری‌های ناشی از Phytophthora spp و Pythium sp به‌خوبی استفاده می‌شود. یکی از مشکلات استفاده از قارچ‌کش‌ها در خاک این است که خاک محیطی زنده و فعال می‌باشد و لذا این احتمال وجود دارد که سم مصرفی قبل از رسیدن به عامل بیماری‌زا توسط میکروارگانیسم‌های خاک تجزیه شده و بی‌اثر گردد. بنابراین جهت مبارزه با بیماری‌های خاکزی باید به سمومی که پایداری خوبی دارند، توجه بیشتری کرد.

به‌طور کلی سموم دفع آفات و بیماری‌ها از جمله موادی هستند که تکنولوژی ساخت و تهیه آن‌ها توسط شرکت‌های سازنده به‌طور بسیار جدی مخفی نگه داشته می‌شود، زیرا در صورت شناخته شدن ماده اصلی و نحوه فرمولاسیون آن، کارخانجات سازنده متحمل خسارت‌های سنگینی شده و دچار ورشکستگی می‌شوند. سموم آفت‌کش معمولاً پس از کشف و پیدایش باید یک دوره طولانی جهت انجام آزمایشات مختلف و تحقیقات وسیع را پشت سر گذارند. در طول این مدت اثرات سم روی انسان، جانوران و محیط زیست و همچنین اثرات آفت‌کشی آن مورد مطالعه دقیق قرار گرفته و نهایتاً در صورت کارآمد و مطلوب بودن، به‌عنوان یک آفت‌کش عرضه خواهند شد. استفاده بی‌رویه و غیراصولی از آفت‌کش‌ها موجب آلودگی محیط زیست خواهد شد و اثرات سوء مصرف سموم در دراز مدت موجب مشکلات فراوان‌تری می‌گردد. در حال حاضر بیش از 500 ماده شیمیایی به عنوان قارچ‌کش، نماتدکش و باکتری‌کش معرفی گردیده است که حدود 200 عدد از آن‌ها موارد مصرف زیادی داشته و این تعداد ماده اصلی حداقل با 600 نام تجاری به بازار عرضه می‌گردند.

بر اساس تحقیقات وسیع بین‌المللی، اثرات سوء سموم شیمیایی بر جوامع بشری و محیط زیست به‌طور کامل به اثبات رسیده است و بر اساس تصمیمات اتخاذ شده در اغلب کشورهای جهان و از جمله ایران، نهضت بهینه شدن مصرف سموم آغاز شده است که بر این اساس توجه خاصی به روش‌های تلفیقی مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی معطوف می‌شود.

۲۳-۷ مقاومت به قارچ‌کش‌ها (Resistance to Fungicides)

مقاومت به قارچ‌کش‌ها معمولاً در رابطه با قارچ‌کش‌هایی که فقط دارای یک نقطه اثر هستند، اتفاق می‌افتد. مقاومت به قارچ‌کش‌ها در اغلب موارد دارای مبدأ ژنتیکی است اما در برخی موارد مانند مقاومت Penicillium notatum به قارچ‌کش Glyodin مبدأ غیر ژنتیکی دارد. مقاومت غیر ژنتیکی حالت ناپایدار دارد و عقیده بر این است که یک آنزیم Adaptative مسئول ایجاد این حالت می‌باشد. اما مقاومت ژنتیکی در اثر موتاسیونی که روی ژن‌ها صورت می‌گیرد، به‌وجود می‌آید. پدیده مقاومت در قارچ‌کش‌هایی که دارای نقاط اثر متفاوتی می‌باشند کمتر ایجاد می‌شود زیرا در این گروه از قارچ‌کش‌ها موتاسیون معمولاً اتفاق نمی‌افتد و اگر احیاناً موتاسیون صورت گیرد، با توجه به اینکه قارچ‌کش‌ها دارای نقاط اثر متفاوتی هستند و هر کدام از آن‌ها دارای یک ژن مسئول می‌باشند، بنابراین موتاسیون روی تمام ژن‌ها صورت نمی‌گیرد. اما مقاومت در مقابل قارچ‌کش‌های سیستمیک جدید که دارای یک نقطه اثر می‌باشند (مانند تأثیر روی سنتز ارگوسترول)، به‌راحتی اتفاق می‌افتد. همچنین بر اساس تحقیقات دانشمندان، مقاومت به قارچ‌کش‌هایی که دارای خاصیت Fungicide هستند کمتر از قارچ‌کش‌های Fangistatic گزارش شده است.

مبدأ مقاومت ممکن است در خود قارچ باشد، به‌طوری‌که قارچ‌های هتروکاریون (مانند Botrytis cinerea) قابلیت بیشتری به ایجاد مقاومت دارند. هرچه تعداد هسته در سلول قارچ بیشتر باشد، میل به ایجاد مقاومت نیز افزایش می‌یابد. به‌طور خلاصه مقاومت می‌تواند در اثر عوامل زیر ایجاد شود:

۱- **کاهش نفوذپذیری غشای سلولی پاتوژن به مواد شیمیایی:** در استرین‌های مقاوم، نفوذپذیری غشای سیتوپلاسمی سلول کمتر می‌شود. به عنوان مثال، در کاربرد آنتی بیوتیک Blasticidin-S روی Pyricularia oryzae، در نژادهای حساس آزمایشگاهی مقدار 5 میکروگرم در لیتر باعث جلوگیری از رشد می‌شود اما در نژادهای مقاوم تا 4 هزار میکروگرم در لیتر نیز تحمل می‌شود که علت آن کاهش نفوذپذیری غشای سیتوپلاسمی می‌باشد.

۲- **بی‌اثر شدن مواد شیمیایی (Detoxification):** قارچ Fusarium oxysporum به PCNB مقاوم می‌باشد اما Rhizoctonia solani به PCNB حساس است. دلیل مقاومت F. oxysporum به قارچ‌کش مزبور، به توانایی آن در تبدیل PCNB به یک ماده بی‌اثر یا کم اثر به‌نام پنتاکلروآنیلین مربوط می‌شود اما قارچ R. solani فاقد قابلیت مزبور می‌باشد. پدیده بی‌اثر شدن PCNB در نژادهای مقاوم قارچ Botrytis cinerea نیز گزارش شده است.

۳- **کاهش فرایند تبدیل سموم کم‌اثر به ترکیبات سمی مؤثر:** این ویژگی عکس حالت اول است، به‌طوری که برخی ترکیبات شیمیایی وجود دارند که روی قارچ به همان صورت اولیه بی‌اثر هستند اما وقتی وارد سلول قارچی شدند، بر اساس یکسری فعل و انفعالات شیمیایی تبدیل به مواد سمی مؤثر می‌شوند. تحقیقات نشان داده است که در نژادهای مقاوم، فرایند تبدیل مواد بی‌اثر یا کم‌اثر به مواد سمی مؤثر کاهش می‌یابد، مانند مقاومت قارچ Cladosporium cucumerinum به قارچ‌کش Azuracil-6. هنگامی که قارچ‌کش Azuracil-6 وارد سلول قارچ می‌شود، در اثر آنزیم Uridinphosphorylaze به ماده AzuradinPhosphate-6 تبدیل می‌شود که برای قارچ فوق بسیار سمی است، اما در نژادهای مقاوم قارچ C. cucumerinum، فعالیت این آنزیم کاهش یافته و این تبدیل انجام نمی‌شود.

۴- **انحراف در مسیرهای تنفسی:** در آنتی‌بیوتیک Actinomycin-A که روی قارچ Ustilago maydis مؤثر است، اثر سمی آنتی‌بیوتیک در رابطه با تأثیر آن روی مسیر عبور الکترون بین سیتوکروم‌های b و c می‌باشد که از عبور الکترون جلوگیری می‌کند. در نژادهای حساس از قارچ فوق، اثر آنتی‌بیوتیک روی این مسیر می‌باشد اما در نژادهای مقاوم، الکترون از سیتوکروم b به سیتوکروم c می‌رود و منحرف می‌شود، در نتیجه تنفس نیز ادامه می‌یابد که به این ترتیب سم روی قارچ بی‌اثر می‌شود و مقاومت ایجاد می‌گردد.

۵- **عدم میل ترکیبی قارچ‌کش با نقطه اثر:** هر قارچ‌کشی دارای یک یا چند نقطه اثر می‌باشد که باید با آن باند شود، اما در نژادهای مقاوم اتصال مزبور انجام نمی‌شود. به عنوان مثال، در سیکلوهگزامید که یک آنتی‌بیوتیک ضد قارچی است، آنتی‌بیوتیک روی ریبوزوم اثر می‌کند و در نتیجه از سنتز پروتئین جلوگیری می‌نماید. اما ایجاد یک موتاسیون باعث عدم باند شدن قارچ‌کش مزبور با ریبوزوم شده و به این ترتیب مقاومت بروز می‌کند.

۶- **جبران آنزیم‌های ممانعت شده یا ممانعت شونده:** تحقیقات نشان می‌دهد که در قارچ Cladosporium cucumerinum مقدار آنزیم Ortidin Monophosphate Decarboxylate در نژادهای مقاوم تا سه برابر افزایش می‌یابد که در نتیجه قارچ‌کش توانایی جبران این افزایش قابل ملاحظه را ندارد، زیرا قارچ‌کش روی این آنزیم اثر می‌کند و باعث بلوکه شدن آن می‌شود.

به منظور پیشگیری از بروز پدیده مقاومت به قارچ‌کش‌ها اعم از قارچ‌کش‌های سیستمیک یا غیرسیستمیک، راهکارهای مؤثری وجود دارد که بر اساس آن‌ها می‌توان نژادهای مقاوم را نیز کنترل

کرد. مهم‌ترین راهکارهای ارائه شده که اساساً بر پایه تغییر در روش کاربرد قارچ‌کش استوار هستند، شامل سه مورد می‌باشد:

الف- به‌کارگیری ترکیبی از قارچ‌کش‌های اختصاصی (سیستمیک) و قارچ‌کش‌های حفاظتی وسیع‌الطیف (غیر سیستمیک). مانند استفاده توأم از متالاکسیل و مانب، بنومیل و کاپتان یا دیکلران و آیپرودیون.

ب- متناوب کردن برنامه استفاده از قارچ‌کش‌ها. به‌طوری که، سمپاشی در بخشی از سال با سموم سیستمیک و در بخش دیگر با قارچ‌کش‌های حفاظتی انجام می‌شود. در این استراتژی، سموم سیستمیک دارای اثر اختصاصی هستند و بیشترین نقش را در کنترل بیماری دارند اما سموم حفاظتی که غیر اختصاصی عمل می‌کنند، باعث حذف هرگونه نژاد مقاوم به قارچ‌کش‌های سیستمیک می‌شوند.

ج- استفاده از مقادیر مناسب و صحیح قارچ‌کش‌ها نیز می‌تواند مانع بروز یا باعث به تأخیر انداختن پدیده مقاومت گردد.

تحقیقات برای ساخت قارچ‌کش‌ها

سالیانه بیش از دو میلیارد دلار هزینه صرف تولید قارچ‌کش‌های جدید می‌گردد. بیش از نیمی از مقدار مزبور، هزینه تولید قارچ‌کش‌هایی است که برای تعداد انگشت شماری از بیماری‌ها مصرف می‌گردند (مانند سفیدک‌های سطحی و دروغی، کپک خاکستری مو، بیماری لکه گرد چغندر، بلاست برنج و زنگ‌های غلات). بر اساس برآورد دانشمندان، جمعیت کره زمین در صد سال آینده به بیش از ده میلیارد نفر می‌رسد که البته بر اساس پیش‌بینی جمعیت‌شناسان، جمعیت بشر در آن سال‌ها به سطح ثابتی می‌رسد. چنانچه هم اکنون نیز در بسیاری از کشورهای پیشرفته صنعتی به این وضعیت پایدار رسیده است. در هر حال بشر ناگزیر است برای آن جمعیت عظیم غذا تهیه نماید. از یک طرف سموم شیمیایی که جهت حفظ محصولات کشاورزی از گزند آفات و بیماری‌ها به‌کار گرفته می‌شوند موجب آلودگی شدید محیط زیست می‌گردند و حیات او را تهدید می‌کنند و از طرف دیگر فشار جمعیت برای درخواست مواد غذایی، دانشمندان را وادار می‌سازد تا در فکر تهیه سمومی باشند که کمتر موجب آلودگی محیط شوند. شیمی‌دان‌هایی که بر فرایند تولید قارچ‌کش‌های جدید نظارت می‌نمایند، از طریق مطالعات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی میزبان و عامل بیماری‌زا سعی در سنتز مواد کم‌خطرتر دارند اما اینکه این به‌گزینی تا چه حد موفقیت‌آمیز باشد، جای سؤال دارد. اما آنچه که مسلم است اینکه، خط‌مشی آینده در تهیه آفت‌کش‌ها، به‌کارگیری مواد طبیعی به‌دست آمده از گیاهان و آنتی‌بیوتیک‌های کم‌خطر است. از جمله این مواد می‌توان استرپتومایسین (Stereptomycine)، اکسی‌تتراسیکلین

(Oxytetracycline)، والیدامایسین- آ (Validamycine-A) و نماتدکش آورمکتین (Avermectine) را نام برد.

کشف مواد شیمیایی جدید به عنوان آفت‌کش بر پایه گزینش‌های تصادفی (Random Screening) صورت می‌گیرد و همه ساله تعداد بی‌شماری مواد شیمیایی جدید برای این منظور آزمایش می‌شوند. از بین انبوه مواد شیمیایی، تعدادی که قابلیت کنترل عوامل بیماری‌زای گیاهی مانند قارچ‌ها، باکتری‌ها و غیره را دارا هستند، انتخاب شده و پس از بررسی‌های لازم به مرحله آزمایش می‌روند تا کارآمدترین و مطلوب‌ترین ماده انتخاب شود. در این مرحله، انتخاب دیگر تصادفی نبوده بلکه به‌گزینی صورت می‌گیرد. بر اساس آمار موجود، در پانزده سال گذشته در کشور انگلستان حدود یک میلیون ماده شیمیایی جهت خاصیت قارچ‌کشی مورد آزمایش قرار گرفته‌اند و امروزه نیز معمولاً 10000 ماده شیمیایی برای تهیه آفت‌کش‌های جدید هر ساله مورد آزمایش و بررسی قرار می‌گیرند.

معمولاً از انتخاب تصادفی یک ماده شیمیایی تا زمان به ثبت رسیدن احتمالی آن به عنوان یک قارچ‌کش، هفت الی نه سال زمان لازم است و همچنین رقمی حدود 15 تا 25 میلیون دلار هزینه دارد. به همین دلیل ماده انتخاب شده حتی‌الامکان باید بر طیف وسیعی از عوامل بیماری‌زا مؤثر باشد تا تولید آن مقرون به‌صرفه باشد. این عوامل باید از نظر خسارات وارده مهم بوده و نیز در بیشتر مناطق دنیا فعال باشند (مانند Phytophthora infestans و Pyricularia oryzae و Meloidogyne incognita). همچنین در مراحل آزمایشگاهی ED_{50} سم (مقداری از سم که از جوانه زدن 50% از هاگ‌های قارچ مورد نظر جلوگیری می‌نماید) و نیز حدود و نحوه عملکرد ماده انتخابی به عنوان یک ماده محافظت کننده، کشنده یا غیرفعال‌کننده مشخص می‌گردد. پس از عبور از مراحل فوق، سم وارد آزمایشات مزرعه‌ای می‌شود و طیف تأثیر و نیز بازده بیولوژیکی آن با استانداردهای تجارتی قارچ‌کش‌های موجود سنجیده می‌شود و در صورتی که بر قارچ‌کش‌های موجود برتری داشته باشد، به عنوان یک قارچ‌کش جدید معرفی می‌گردد. طبیعی است که عدم مقاومت پاتوژن‌ها در مقابل سم جدید یک عامل مهم در انتخاب به شمار می‌آید و در صورت ایجاد مقاومت، سم به زودی از عرصه عمل خارج می‌شود.

مهم‌ترین اکتشاف به ثبت رسیده در جریان معرفی قارچ‌کش‌های جدید، معرفی قارچ‌کش‌های سیستمیک بود که در دهه ۱۹۶۰ میلادی اتفاق افتاد. قارچ‌کش‌های سیستمیک توسط گیاه جذب شده و از طریق آوندها در سرتاسر گیاه پخش می‌شوند. این کشف یک جهش بزرگ در تکنولوژی قارچ‌کش‌ها به شمار می‌رفت و بلافاصله مورد توجه قرار گرفت.

مشکل اصلی در توسعه روزافزون این گونه قارچ‌کش‌ها این بود که هنگام جذب به‌صورت انتخابی عمل نمی‌کنند و به عبارت دیگر بین سلول‌های میزبان و سلول‌های پاتوژن تمایزی نشان نمی‌دهند، لذا جذب

آن‌ها توسط سلول‌های میزبان منجر به گیاه‌سوزی می‌شود. همچنین استفاده مکرر از این گونه قارچ‌کش‌ها در جمعیت پاتوژن ایجاد مقاومت می‌نماید. به عنوان مثال، استفاده وسیع از قارچ‌کش پیریمیدین جهت کنترل سفیدک حقیقی جو باعث بروز مشکلاتی در کشور انگلستان شده است. به‌طورکلی هرچه مکانیسم عمل یک قارچ‌کش محدودتر باشد و فقط روی محل خاصی تأثیر داشته باشد، احتمال به‌وجود آمدن مقاومت نسبت به آن قارچ‌کش بیشتر است. در مورد باکتری‌کش‌ها نیز محدودیت‌های فراوانی وجود دارد. به عنوان مثال، باکتری‌کش سیستمیک 2- آمینو 1 و 3 و 4 تیادیزول بر طیف وسیعی از باکتری‌های گیاهی مؤثر بود اما به علت اثرات سوء که روی پستانداران داشت، از بازار مصرف خارج گردید. همچنین یکی از ترکیبات هالوژن‌دار بنام اسید فنیل‌فتالمیک که به‌صورت سیستمیک در برنج پخش می‌شود و بر بیماری سوختگی برگ (Xanthomonas oryzae) اثر بسیار مطلوبی دارد، به علت اینکه در آزمایش‌های مربوط به ایمنی موفق نبود، تولید آن متوقف شد و از چرخه مصرف خارج گردید. در رابطه با نماتدکش‌ها، تلاش اصلی در مورد نماتدکش‌های جدید بر ترکیباتی متمرکز است که به‌صورت سیستمیک در گیاه پراکنده شده و علاوه بر تأثیر روی لاروها و بالغین، روی تخم آن‌ها نیز تأثیر مطلوب داشته باشند.

سموم جدید علاوه بر اینکه باید روی عامل بیماری‌زای مورد نظر مؤثر باشند، باید از تأثیر گذاشتن روی سایر موجودات زنده غیرهدف نیز به دور باشند. در انتخاب سموم جدید، سه هدف مشخص زیر مد نظر می‌باشد.

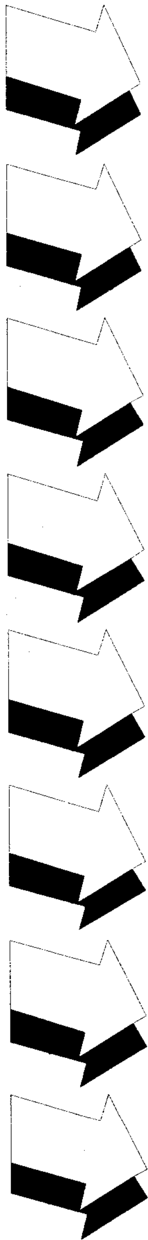
الف- مقدار و نیز غلظت مورد استفاده از ماده جدید کمتر از ماده قبلی باشد.

ب- بیماری‌های مورد نظر توسط ماده جدید بهتر کنترل شوند.

ج- مقاومت‌های ایجاد شده قبلی توسط ماده جدید شکسته شده و مقاومت جدید نیز به‌وجود نیاید.

علاوه بر موارد فوق، در کاربرد سموم دفع آفات و بیماری‌های گیاهی باید به موضوع مهم اثرات سوء جانبی و تأثیر نامطلوب سم روی سلامت انسان، دام و محیط زیست توجه خاصی مبذول گردد و سمومی که فاقد اثرات سوء جانبی و نامطلوب می‌باشند، انتخاب گردند.

بخش سوم



سم‌شناسی علف‌های هرز

فصل بیست‌وچهارم: فرمولاسیون و کاربرد علف‌کش‌ها

فصل بیست‌وپنجم: طبقه‌بندی علف‌کش‌ها

مقدمه

گروه بزرگی از آفت‌کش‌ها را علف‌کش‌ها تشکیل می‌دهند. به‌ویژه از اوایل دهه ۷۰ میلادی پس از مطرح‌شدن استراتژی مدیریت تلفیقی آفات و توجه به کاهش مصرف سموم، نگاه سازندگان این محصولات به سمت علف‌کش‌ها معطوف شده است. اعداد و ارقام نیز افزایش تولید بیش از صددرصد را تا اواسط دهه ۹۰ نشان می‌دهد. در کشور ما نیز مصرف علف‌کش‌ها سیری صعودی داشته و در حال حاضر نزدیک به 50% درصد آفت‌کش‌های مصرفی را علف‌کش‌ها تشکیل می‌دهند.

نگاهی مختصر به تاریخچه علف‌کش‌ها: استفاده احتمالی از کلریدسدیم (نمک طعام) برای کنترل علف‌های هرز از قرن‌ها قبل متداول بوده و زمان دقیقی بر آغاز مصرف آن گزارش نشده است. در اواسط قرن نوزده (طی سال‌های ۱۸۹۰-۱۸۶۰) تحقیق برای کاربرد مواد شیمیایی در کنترل علف‌های هرز آغاز شده به طوری که گزارش Bally که در سال ۱۹۰۸ در آمریکا صورت گرفت نیز نشانگر این موضوع است.

Bally در گزارش خود عنوان نمود که برخی سموم موجود در آن دوره را علیه علف‌های هرز گندم به‌کار گرفته و در هر مورد موفقیت‌هایی نیز داشته است. ترکیبات مورد مطالعه بالی شامل، سولفات آهن، ارسنات‌سدیم، سولفات‌مس و کلریدسدیم بوده است.

علف‌کش 2,4-D در سال ۱۹۴۱ توسط Pokerny ساخته شد و یک‌سال بعد خواص هورمونی آن روی گیاهان توسط هیچکاک و ذیمرمان مشخص گردید، اما خواص علف‌کشی آن در ۱۹۴۴ توسط Marth و Michel تعیین شد و سرانجام پس از بررسی‌های موفقیت‌آمیز دیگر در گندم به‌کار گرفته شد.

علف‌کش DNOC در فرانسه شناخته شد و در سال ۱۹۳۳در آن کشور به‌کار گرفته شد و به‌دنبال آن دو علف‌کش MCPA و پروفام در اوایل ۱۹۴۰ در انگلستان معرفی شدند.

از سال ۱۹۵۰ کاربرد علف‌کش‌های هورمونی در غلات رایج گردید و از سال ۱۹۶۰ به بعد بخش بزرگی از اروپای غربی استفاده از علف‌کش را در مزارع غلات آغاز کردند که این سال را می‌توان سال رواج مصرف علف‌کش‌ها نام نهاد. اولین علف‌کش‌های به‌کار رفته اغلب هورمونی و مؤثر بر پهن برگ‌ها بودند که با از بین رفتن بخشی از آن‌ها علف‌های هرز باریک برگ غلبه یافتند و سال‌های ۱۹۷۰ به بعد ساخت علف‌کش‌های مؤثر بر باریک برگ‌ها نیز به‌تدریج رواج یافت و کاربرد آن‌ها نیز شناخته شد. در سال ۱۹۵۰ حدود 15 علف‌کش به‌دنیا معرفی شد، اما تا سال ۱۹۷۵ این عدد به محدوده 180 و تا سال ۲۰۰۰ به بیش از 290 علف‌کش به شکل ماده مؤثره رسید، انواع فرمولاسیون مربوط به علف‌کش‌ها بیش از 10000 است.

ساخت علف‌کش‌های انتخابی از اواخر دهه ۱۹۷۰ آغاز شد و با تکامل آن‌ها به‌تدریج ترکیباتی وارد بازار شدند که مقدار مصرف آن‌ها در واحد سطح به نزدیک ده گرم در هکتار رسید.

توجه به علف‌کش‌ها در کشور ما از سال ۱۳۳۷ با وارد نمودن و آزمایش چند مورد آغاز شد. اولین علف‌کش پروپانیل در سال ۱۳۳۹ آزمایش شد، تا سال ۱۳۴۶ این عدد به یازده رسید و در سال ۱۳۴۷ با تصویب قانون ثبت سموم همگی آن‌ها به ثبت رسیدند. در حال حاضر در کشور ما بیش از 70 ترکیب به ثبت رسیده است.

فصل بیست‌وچهارم

فرمولاسیون و کاربرد علف‌کش‌ها

۲۴-۱ فرمولاسیون علف‌کش‌ها

در مورد علف‌کش‌ها نیز مانند سایر آفت‌کش‌ها، کاربرد ماده تکنیکال[1] متداول نیست زیرا پخش آن به راحتی امکان‌پذیر نیست. برای کاربرد راحت‌تر و مناسب‌تر سموم، آن‌ها را با مواد دیگری مخلوط می‌کنند. عمل مخلوط کردن ماده تکنیکال (ماده مؤثره) با مواد کمکی و جانبی که باعث ایجاد تغییرات فیزیکی مناسب در سم شده و در نتیجه کاربرد آن را عملی می‌سازد، فرمولاسیون نامیده می‌شود.

۲۴-۱-۱ انواع فرمولاسیون در علف‌کش‌ها

فرمولاسیون علف‌کش‌ها به دو گروه کلی تقسیم می‌شود:

۱- فرمولاسیون‌های مایع (شامل محلول‌ها، امولسیون شونده‌های غلیظ)

۲- فرمولاسیون‌های خشک (شامل گرانول‌ها پودرهای وتابل و ...)

۲۴-۱-۲ فرمولاسیون‌های مایع

۱- **محلول‌های SL: (Solution)**: سمومی که ماده مؤثره آن‌ها در آب قابل حل باشند به این شکل فرموله می‌شوند. در این فرمولاسیون‌ها ماده تکنیکال به همراه سورفکتانت و چسباننده‌ها به شکل محلول، آماده می‌شود و پس از اختلاط با آب مصرف می‌شوند. در زمان اختلاط با آب مشابه امولسیون شونده‌ها تغییر رنگ در محلول ایجاد نمی‌شود. محلول‌ها عموماً شفاف بوده و نور از آن‌ها عبور می‌کند. نمک بسیاری علف‌کش‌ها در آب قابل حل هستند که

۱- ماده تکنیکال تقریباً فرم خالص سموم است که خلوص آن بالاتر از ۹۰ درصد است.

از جمله آن‌ها می‌توان 2,4-D، MCPA، TCA، دالاپون (نمک سدیم) اشاره کرد.

۲- **امولسیون شونده‌های غلیظ (EC (Emolsifiable Concentrate**: شامل مخلوطی از ماده تکنیکال و مواد امولسیون کننده است و در مورد سمومی اعمال می‌شود که ماده مؤثره قابل حل در آب نبوده، اما در حلال‌های روغنی حل می‌شوند. مخلوط این فرمولاسیون با آب شیری رنگ می‌شود.

۳- **کنسانتره‌های سوسپانسیون‌شونده (SC (Suspensible Concentrate**: این فرمولاسیون نیز در مورد علف‌کش‌هایی به‌کار می‌رود که در آب حل نمی‌شوند، آن‌ها را همراه مواد پخش‌کننده و خیس‌کننده به‌صورت سوسپانسیون غلیظ در می‌آورند. این نوع ترکیبات پس از اختلاط با آب به‌صورت سوسپانسیون رقیق در آمده و مصرف می‌شوند. عیب اصلی آن‌ها رسوب ذرات است و نیاز به هم‌زنی مداوم دارند. به این فرمولاسیون‌ها Flowable نیز می‌گویند.

در مورد برخی فرمولاسیون‌های مایع نظیر EC و SC باید به این نکته اشاره شود که مواد افزوده شده ممکن است ساینده نازل‌ها (در مورد SCها) یا خورنده قطعات لاستیکی (در مورد ECها) باشند که در زمان مصرف باید احتیاطات لازم را در مورد چگونگی کاربرد و تمیز کردن مخازن، لوله‌ها و نازل‌ها پس از مصرف رعایت نمود.

۳-۱-۲۴ فرمولاسیون‌های خشک

۱- **پودرهای وتابل (WP (Wetable Powder**: در این مورد، ماده مؤثره را که معمولاً جامد و نامحلول در آب است همراه با حامل‌های خنثی نظیر رس، کائولینیت یا تالک و مواد خیس‌کننده و پخش‌کننده آسیاب نموده و مخلوط حاصل را به‌صورت پودر بسته‌بندی می‌کنند. این فرمولاسیون پس از اختلاط با آب به صورت سوسپانسیون رقیق درآمده و مصرف می‌شود. علف‌کش‌های بوتاکلر، تیدیازورون، دیورون و آمترین نمونه‌هایی از این فرمولاسیون می‌باشند.

۲- **گرانول‌های قابل‌پخش در آب Dry Flowable=DF یا =Water Dispersible Granule WDG**: امروزه برای حل مشکل باد بردگی در پودرهای وتابل توجه به سمت این فرمولاسیون‌ها معطوف شده است که تا حد زیادی شبیه پودرهای وتابل هستند اما حامل به‌کار رفته دارای قدرت جذب رطوبت بیشتر بوده، نظیر ورمی‌کولیت و به‌دلیل شکل دانه‌ای

فرمولاسیون، آزادسازی سم نیز به‌طور تدریجی صورت می‌گیرد.

۳- **گرانول (Granule) G:** گرانول‌ها دانه‌هایی با اندازه‌های متغیر بوده که قطر آن‌ها 0.25 تا 6 میلی‌متر است. درصد ماده مؤثره در این فرمولاسیون‌ها معمولاً کم بوده و بین 2% تا 10% می‌باشند. محاسن عمده این فرمولاسیون‌ها عدم نیاز به سمپاش و حامل کاربردی، عدم گیاه‌سوزی در برگ گیاهان حساس و نبودن مشکل بادبردگی است.

عیب این نوع ترکیبات حجم زیاد است که مشکل حمل و نقل را افزایش می‌دهد. سموم تربوترین، بوتاکلر و بوتیلات به این شکل فرموله می‌شوند.

۲۴-۲ روش‌های توزیع علف‌کش‌ها

به دو روش کلی توزیع علف‌کش‌ها انجام می‌شود:

۱- پخش یکنواخت (Broadcasting)

۲- تیمار موضعی (Local treatment)

در روش پخش یکنواخت، علف‌کش در تمام سطح مزرعه پخش می‌شود، در این حالت هدف از سمپاشی ممکن است گیاهان یا خاک مزرعه باشد. ابزاری که در این عملیات به‌کار گرفته می‌شود برحسب فرمولاسیون مصرفی و اهداف سمپاشی تغییر می‌کند. به‌طور مثال وقتی فرمولاسیون مصرفی EC باشد و هدف گیاه مزرعه باشد از سمپاش‌هایی که محلول‌پاش یا گردپاش هستند استفاده می‌شود. انتخاب نوع و اندازه محلول‌پاش یا گردپاش بستگی به حجم عملیات، مساحت زمین، ارتفاع پوشش گیاهی و وضعیت عوامل محیطی دارد.

در تیمار موضعی به‌جای سمپاشی کل مزرعه، بخشی از مزرعه مورد تیمار علف‌کش قرار می‌گیرد، این بخش ممکن است فواصل بین ردیف‌های کاشت باشد یا آلودگی در کانون‌های خاصی از مزرعه باشد که همان قسمت نیاز به سمپاشی داشته باشد. زمانی که فواصل بین ردیف‌ها مورد نظر باشد، سمپاشی به صورت نواری انجام می‌شود و به آن سمپاشی ردیفی یا Bond treatment گفته می‌شود. یکی از مثال‌های بارز سمپاشی موضعی در مبارزه با سس دیده می‌شود که بر حسب کانون‌های آلوده در مزرعه مبارزه در همان نقاط انجام می‌شود.

سمپاشی علف‌کش‌ها در کدام بخش از مزرعه انجام می‌شود؟

نتیجه مطلوب در کنترل علف‌های هرز وقتی به‌دست می‌آید که علف‌های هرز مستقیماً هدف عملیات

سمپاشی قرار گیرند یا خاک مزرعه هدف سمپاشی باشد.

۲۴-۲-۱ کاربرد علف‌کش روی گیاهان مزرعه

در این حالت از سموم تماسی یا سیستمیک استفاده می‌شود. اهمیت سمپاشی در این موارد کیفیت و حجم سمپاشی است که در مورد سموم تماسی بیشتر قابل توجه می‌باشد. زیرا اگر پوشش مناسب ایجاد نشود اثرات سمپاشی به‌صورت لکه‌ای ظاهر می‌شود و نتیجه کار مطلوب نخواهد بود، در صورتی که محلول بیشتر از حد نیاز مصرف شود بخشی از محلول سمی از سطح گیاه جریان یافته و روی زمین، ریخته می‌شود که باعث افزایش تلفات سم می‌شود.

مصرف سموم سیستمیک در سمپاشی گیاهان معمولاً نتایج بهتری به همراه خواهد داشت. زیرا اگر حجم محلول مصرفی کمتر باشد و تمام سطح بوته خیس نشود به دلیل ورود سم به داخل سیستم‌های آوندی و رسیدن به بخش‌های مختلف گیاه نتیجه کافی به‌دست خواهد آمد، از تلف شدن علف‌کش جلوگیری شده و هزینه سمپاشی نیز کاهش می‌یابد.

ارتفاع، حجم پوشش گیاهی و اندازه قطرات سم در سمپاشی روی گیاهان اهمیت زیادی دارد. در صورتی که اندازه گیاهان کوچک و مقدار برگ آن‌ها کم باشد به محلول کمتری نیاز است تا زمانی که گیاهان بزرگ یا پر برگ باشند، زیرا وسعت زیاد برگها سطح جذب بیشتری را ایجاد خواهند نمود.

اندازه ذرات و قطرات محلولی که پاشیده می‌شود نیز در میزان محلول مصرفی اثر دارد. زیرا از یک‌سو درشتی قطرات سم منجر به غلطیدن بیشتر آن‌ها به سطح زمین خواهد شد و ریزی ذرات باعث می‌شود مقدار کمتر محلول سطح وسیع‌تری را پوشش دهد. از سوی دیگر اگر برای تولید ذرات ریزتر لازم باشد فشار سمپاشی زیاد شود، ریزتر شدن ذرات، احتمال باد بردگی را افزایش می‌دهد که با این‌کار بخش بزرگ‌تری از محلول سمی تلف می‌شود.

۲۴-۲-۲ کاربرد علف‌کش در خاک

برای سمپاشی خاک، اندازه قطرات اهمیت ندارد اما یکنواختی توزیع اهمیت خود را حفظ می‌کند. وضعیت پستی و بلندی، کلوخه‌دار بودن، حالت شخم‌زده و غیره باعث می‌شود سم غیریکنواخت پخش شود و در اعماق متفاوت قرار گیرد.

نکته دیگر اختلاط سم با خاک در مورد علف‌کش‌هایی است که از ریشه (تری‌فلورالین) یا ساقه جوان (کلراستامید) جذب می‌شوند. در این حالت عمق اختلاط سموم با خاک متفاوت بوده و سمومی که از

ریشه جذب می‌شوند باید در عمق بیشتری قرار گیرند. برخی سموم بـه نـور آفتـاب حـساس بـوده و در مدت کوتاهی تجزیه شده یا تبخیر می‌شوند، در این موارد زمان مهم بوده و این‌گونه سموم باید در مدتی کمتر از 6 ساعت با خاک مخلوط شوند.

۳-۲-۲۴ نقش ابزار در سمپاشی علف‌کش‌ها

یکی از عوامل بالا بردن کیفیت سمپاشـی، بـه‌کـارگیری ابـزار مناسـب و اسـتفاده صـحیح از آن‌هاسـت. سمپاش‌های متنوعی ساخته شده که برحسب نوع سم مورد استفاده، مقدار و حجـم عملیـات و سـطوح مورد عمل باید انتخاب شوند. سپس کالیبراسیون آن‌ها مورد دقت قرار گیرد. یکی از اجزاء مورد توجه در کالیبراسیون نازل‌ها می‌باشند که نحوه پاشش سم را تعیین می‌کنند. ضمن انتخـاب یـک نـازل مناسـب فاصله نصب آن‌ها روی بوم باید رعایت شود و برای درست کار کردن نازل فـشار سمپاشـی نیـز بایـد بـر اساس نازل انتخاب شده تغییر کند. با توجه به نکات گفته شده گاه ساده‌ترین مـوارد، کیفیـت عملیـات سمپاشی را خدشه‌دار می‌سازد به عنوان مثال هنگام تهیه غلظت مناسب ممکن است حجم سم مـصرفی ناخواسته کم یا زیاد شود، دقت در هم‌زنی برخی از سموم نیز از عوامل افت کیفی عملیات است.

فصل بیست‌وپنجم

طبقه‌بندی علف‌کش‌ها

۲۵-۱ طبقه‌بندی علف‌کش‌ها از نظر زمان مصرف

از نظر زمان مصرف علف‌کش‌ها را به سه دسته تقسیم می‌کنند:

۱- **علف‌کش‌های پیش از کاشت یا Pre-Planting**: به علف‌کش‌هایی که قبل از کاشت گیاه زراعی در مزرعه استفاده می‌شوند گفته می‌شود. در این وضعیت دو حالت ممکن است وجود داشته باشد، حالت اول اینکه؛ علف هرز سبز نشده باشد و به حالت بذر، ریشه یا ساقه زیرزمینی در خاک موجود باشد، حالت دوم علف هرز سبز شده و فرم رویشی آن در مزرعه موجود باشد. در شکل پیش از کاشت عموماً از علف‌کش‌های انتخابی مصرف در خاک یا سموم عمومی استفاده می‌شود اما برحسب سبز شدن یا نشدن علف هرز باید از علف‌کش‌های مؤثر بر بذر یا فرم رویشی استفاده نمود. به عنوان مثال علف‌کش‌های تری‌فلورالین در پنبه و سویا، سیکلوات در چغندرقند و مولینیت در برنج از علف‌کش‌های انتخابی هستند که به‌صورت مصرف در خاک استفاده می‌شوند، همچنین در سطوح کوچک نظیر گلخانه‌ها از سموم تدخینی عمومی نظیر متیل‌بروماید، واپام یا متام‌سدیم استفاده می‌شود که بذر و علف‌های هرز را کنترل می‌کند. سموم پاراکوات و گلیفوسیت که از جمله علف‌کش‌های عمومی برگ مصرف هستند برای فرم‌های فعال علف‌های هرز به‌کار می‌روند. برای کاربرد برخی علف‌کش‌ها در این مرحله نیازی به اختلاط آن‌ها با خاک نیست زیرا تأمین رطوبت برای جذب و اثر آن‌ها کافی می‌باشد. علف‌کش‌های آلاکلرمتری‌بوزین و برخی سموم گروه کلراستانیلید چنین خواصی دارند.

سمومی که به‌صورت پیش از کاشت استفاده می‌شوند باید از نظر دوام در خاک متناسب با زمان سبز شدن گیاه زراعی باشند و صدمه‌ای به آن‌ها وارد نسازند.

۲- **علف‌کش‌های پیش‌رویشی یا Pre-emergence:** به علف‌کش‌هایی گفته می‌شود که زمان استفاده از آن‌ها پس از کاشت بذور گیاهان زراعی و قبل از سبز شدن آن‌هاست. این علف‌کش‌ها جوانه‌های تازه سبز شده را از بین می‌برند. لذا باید قبل از سبز شدن بذور گیاه زراعی، بذور تازه سبز شده علف هرز را کنترل نموده و تجزیه شوند تا بر جوانه‌های گیاهان زراعی اثر سوء باقی نگذارند. این‌گونه سموم به‌طور ویژه برای گیاهانی که دیر سبز می‌شوند مثل سیب‌زمینی، پیاز و تره بسیار مناسب هستند.

کاربرد علف‌کش‌های آترازین در ذرت، دیورون در پنبه، کلرید ازون در چغندرقند با این روش متداول است.

۳- **علف‌کش‌های پس‌رویشی یا Post-emergence:** این علف‌کش‌ها در زمان رویش علف هرز و محصول مصرف می‌شوند. در این موارد می‌توان از علف‌کش‌های انتخابی که برای محصول اصلی بی‌ضرر هستند استفاده کرد یا به‌گونه‌ای از علف‌کش استفاده شود که در تماس با گیاه اصلی قرار نگیرد. استفاده از صفحات محافظ بین ردیف‌ها یا حفاظ روی نازل‌ها، سمپاش‌های فتیله‌ای یا استفاده از علف‌کش روی هدف، از این‌گونه موارد است. روش استفاده از صفحات محافظ را سمپاشی مستقیم یا هدایت شده Directed Application می‌نامند، در این روش صفحات به‌کار رفته، از ریختن و تماس سم با گیاه اصلی جلوگیری می‌کند. استفاده از سمپاش‌های فتیله‌ای نیز جزئی از این روش است، در این سمپاش‌ها یک شبکه از رشته‌های قطور نخی (طناب مانند) به‌کار رفته و سم توسط لوله‌هایی به این رشته‌ها منتقل شده و آن‌ها را خیس می‌کند. سپس شبکه را از بالای گیاهان سبز شده عبور می‌دهند. علف‌های هرزی که بلندتر از گیاه زراعی باشند با رشته‌ها تماس یافته و به علف‌کش آغشته می‌شوند و از بین می‌روند.

مصرف علف‌کش پاراکوات در باغ‌ها نیز نوعی روش هدایت شده می‌باشد، این علف‌کش فقط بر قسمت‌های سبز گیاه اثر دارد و بر بخش‌های چوبی و قهوه‌ای رنگ درختان اثری ندارد. لذا به‌راحتی می‌توان آن را در باغ‌ها روی علف‌های هرز به‌کار برد. فقط در زمان مصرف باید توجه داشت که باد یا جریان شدید هوا وجود نداشته باشد زیرا ممکن است باعث انتقال سم به قسمت‌های سبز درختان شود.

۲-۲۵ طبقه‌بندی علف‌کش‌ها از نظر طیف اثر

علف‌کش‌ها از نظر طیف اثر به دو گروه عمومی و انتخابی تقسیم می‌شوند:

۱- **علف‌کش‌های عمومی Total herbicides:** این گروه از علف‌کش‌ها روی همه گیاهان اثر

زیان‌آور داشته و باعث مرگ یا آسیب آن‌ها می‌شوند. علف‌کش‌های پاراکوات و گلیفوسیت از این گروه می‌باشند، برخی از سموم این گروه به دلیل دامنه تأثیر بسیار وسیع و دوام زیادی که دارند به علف‌کش‌های صنعتی (Industrial Herbicides) معروف شده‌اند و در اراضی غیرمزروعی نظیر فرودگاه‌ها، زمین‌های بایر و تأسیسات صنعتی استفاده می‌شوند. علف‌کش‌های پیکلورام و تبوتیورون از این گروه هستند. در مورد علف‌کش‌های عمومی، زمان و نحوه کاربرد آن‌ها اهمیت زیادی دارد.

۲- **علف‌کش‌های انتخابی Selective Herbicides**: این علف‌کش‌ها بر بعضی گیاهان اثر کشنده داشته و بر برخی دیگر بی‌اثر هستند. لذا کاربرد آن‌ها در گیاهان زراعی مقاوم به این علف‌کش‌ها می‌تواند منجر به از بین بردن علف‌های هرز شود. یکی از این علف‌کش‌ها علف‌کش معروف 2,4-D است که بر غلات بی‌اثر بوده ولی گیاهان پهن برگ موجود در مزارع غلات را کنترل می‌کند.

۳-۲۵ طبقه‌بندی علف‌کش‌ها از نظر کاربرد

از نظر کاربرد علف‌کش‌ها به دو گروه تقسیم می‌شوند، گروهی در خاک مصرف می‌شوند و به آن‌ها Soil Applied (مصرف در خاک) گفته می‌شود و گروه دیگر بر شاخه‌ها و دمبرگ‌ها پاشیده می‌شوند که به آن‌ها Foliage Applied (مصرف در برگ) گفته می‌شود.

۱- **علف‌کش‌هایی که در خاک به‌کار می‌روند**: این علف‌کش‌ها عموماً بر بذر اثر کرده و بذور در حال جوانه زدن را از بین می‌برند، نحوه مصرف آن‌ها کمی متفاوت است زیرا بعضی از آن‌ها باید با خاک مخلوط شوند اما بعضی دیگر نیاز به اختلاط با خاک ندارند. البته باید ذکر شود که این طبقه‌بندی یک تقسیم‌بندی مطلق نیست. به‌طوری که علف‌کش‌های خاک مصرف قابلیت دیگری نداشته باشند. بدیهی است برخی از علف‌کش‌های خاک مصرف قابلیت اثر بر برگ را نیز داشته باشند، نظیر آترازین یا دیورون و عکس این حالت نیز وجود دارد یعنی بعضی از علف‌کش‌های برگ مصرف می‌توانند با خاک مخلوط شوند و از طریق ریشه گیاه جذب شده و آن را کنترل نمایند. علف‌کش‌های دی‌کلوفوپ و U-46 دارای این ویژگی هستند.

۲- **علف‌کش‌هایی که بر برگ پاشیده می‌شوند**: این علف‌کش‌ها به دلیل نحوه کاربرد بر قسمت‌های سبز که عموماً برگ می‌باشند به این نام خوانده شده‌اند، اما از آنجا که نحوه اثر این دسته از سموم دارای تفاوت‌هایی می‌باشد آن‌ها را به دو دسته علف‌کش‌های تماسی

ContactHerbicides و علف‌کش‌های سیستمیک SystemicorFoliageTranslocat Herbicides تقسیم می‌کنند.

دسته اول در تماس با قسمت‌های مختلف گیاه اثر خود را اعمال می‌کنند. در مورد این ترکیبات پوشش کافی و مناسب سم لازم است در غیر این صورت اثر سم ناقص و شامل لکه‌های موضعی خواهد بود. نقص عمده این دسته سموم این است که اندام‌های زیرزمینی یا چوبی شده از گزند سم در امان می‌مانند و مجدداً رشد خواهند کرد. لذا برای حصول اطمینان لازم است مجدداً سمپاشی انجام شود.

ترکیبات سیستمیک از قسمت‌های تماس یافته جذب می‌شوند و به قسمت‌های دیگر انتقال می‌یابند. انتقال علف‌کش ممکن است در آوندهای چوبی، آبکش یا هر دو صورت پذیرد. انتقال در آوندهای چوب، انتقال آپوپلاستیک است مثل آترازین و به انتقال در آوندهای آبکش انتقال سیمپلاستیک گویند مثل گلایفوسیت. انتقال توأم یعنی آپوسیمپلاستیک نیز وجود دارد که در بسیاری از علف‌کش‌های سیستمیک جدید دیده می‌شود.

اگر حرکت علف‌کش رو به بالا باشد یعنی از محل جذب به سمت بالا منتقل شود آن را حرکت اکروپتال و حرکت رو به پایین را بازیپتال می‌گویند.

در کاربرد علف‌کش‌های سیستمیک ضرورت ندارد تمام سطح گیاه کاملاً با مخلوط سمی آغشته شود زیرا انتقال علف‌کش خودبه‌خود مناطق سمپاشی نشده را آلوده خواهد کرد و سم اثر خود را اعمال می‌نماید. در مورد ترکیبات سیستمیک نیز گروه‌بندی عمومی و انتخابی وجود دارد. زیرا برخی ترکیبات سیستمیک علف‌کش‌هایی عمومی هستند (نظیر رانداپ یا گلیفوسیت) و برخی دیگر مثل 2,4-D سیستمیک انتخابی می‌باشند. البته باید خاطرنشان نمود که در کاربرد سموم انتخابی دز یا مقدار، نقش تعیین‌کننده‌ای دارد و در صورت استفاده از دزهای بالا سموم انتخابی به سموم عمومی تبدیل می‌شوند.

۴-۲۵ طبقه‌بندی علف‌کش‌ها بر اساس مکانیسم اثر

علف‌کش‌ها از نظر چگونگی اثر تنوع زیادی دارند، حتی علف‌کش‌هایی وجود دارند که مکانیسم اثر آن‌ها ناشناخته بوده، با این وجود نحوه اثر بسیاری از سموم علف‌کش مطالعه شده و مشخص است، از طرف دیگر باید توجه داشت با وجود اینکه برخی علف‌کش‌ها دارای یک مکانیسم اثر به صورت غالب می‌باشند اما اثرات دیگری نیز بر فیزیولوژی گیاه برجای می‌گذارند که در نابودی آن مؤثر است. لذا به منظور جلوگیری از پراکندگی و شلوغی مطالب بر اساس خصوصیت بارز و غالب آن‌ها این طبقه‌بندی انجام شده است. به عنوان مثال آمیدها یک دسته از علف‌کش‌هایی هستند که بر تقسیم سلولی اثر بازدارنده

دارند لکن در گروه بازدارنده‌های فتوسنتز طبقه‌بندی می‌شوند، به این علت کـه خـصوصیت بازدارنـدگی فتوسنتز در آن‌ها بارزتر است.

در این مباحث سعی شده اگر ترکیبی دارای دو یا چند مکانیسم اثر می‌باشد به موارد دیگر آن تا جـایی که باعث سردرگمی خواننده نشود اشاره شود. علف‌کش‌ها بر اساس نحوه اثر در یازده گروه طبقـه‌بنـدی شده‌اند:

۱- **علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی:** این علف‌کش‌هـا بـا ممانعـت از تقـسیم سـلولی در فیزیولوژی گیاه اختلال به‌وجود می‌آورند که خود به گروه‌های متفـاوتی تقـسیم مـی‌شـوند و از راه‌های مختلف در تقسیم سلولی اثر می‌گذارند. به‌عنوان مثال پیریمیدن‌هـا از طریـق پـراکنش دوک در تقسیم سلولی اختلال ایجاد می‌کنند. در حالی که کلرواستانیلیدها از طریق جلوگیری از سنتز پروتئین بر تقسیم سلولی مؤثر هستند. در این گـروه علـف‌کـش‌هـای دی‌نیتـروآنیلین، کلرواستامید یا کلرواستانیلید و ترکیبات بنزن‌دی‌کربوکسیلیک اسید قرار می‌گیرند.

۲- **بازدارنده‌های فتوسنتز:** علف‌کش‌های بازدارنده فتوسنتز گیاهان به دو دسته تقسیم می‌شوند. یک دسته بازدارنده فتوسیستم I در فتوسنتز هستند که باعث اختلال در مسیر انتقال الکتـرون می‌شوند و علف‌کش‌های بای‌پیریدیلیوم در ایـن دسـته قـرار مـی‌گیرنـد. دسـته دوم ترکیبـاتی هستند که با اثر بر فتوسیستم II در فتوسنتز اختلال به‌وجود می‌آورند که خود بر حسب اثر بـر پیوندهای مختلف در این فتوسیستم به دسته‌های فرعـی دیگـر تقـسیم مـی‌شـوند لکـن بـرای جلوگیری از گستردگی بحث از اشاره به آن‌ها خودداری شده است. مهم‌ترین گروه‌هایی کـه بـر فتوسیستم II اثر می‌گذارند عبارتند از: تریازین‌ها، اوراسیل‌هـا، پیریـدازینون‌هـا، تریـازینون‌هـا، فنیل‌کاربامات‌ها، آمیدها، اوره‌ها، فنیل پیریدازین‌ها، بنزوتیادیازینون‌ها و نیتریل‌ها.

۳- **علف‌کش‌های بازدارنده استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز (بازدارنده سنتز اسید چرب):** در این گروه نیز علف‌کش‌های متعددی دیده می‌شود که مکانیسم اثر آن‌ها تا حدی با هـم تفـاوت دارد. اما اثر نهایی، بازدارندگی آنزیم استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز است، گـروه‌هـای موجـود در این طبقه آریلوکی‌فنوکسی‌پروپیونات‌ها و سیکلوهگزاتیدیون‌ها هستند.

۴- **علف‌کش‌های مشابه اکسین یا هورمون‌های مصنوعی:** این گروه از علف‌کش‌ها بـا اخـتلال در بافت‌های مریستمی باعث مرگ گیاه می‌شوند، نقش اصلی آن‌ها دخالـت در تولیـد DNA و RNA، اسیدی شدن دیواره‌های سلولی و انعطاف‌پذیر کردن آن‌ها، تحریک بیوسنتز پـروتئین و نهایتاً رشد ناهنجار و تقسیم بی‌رویه سلولی است که موجب نابودی آوندها و سلول‌ها مـی‌شـود.

علف‌کش‌های بر پایه بنزوئیک اسیدها، پیریدین‌کاربوکسیلیک اسیدها و فنوکی اسیدها در این گروه قرار دارند.

۵- **بازدارنده‌های سنتز EPSPS:** علف‌کش‌های این گروه بر یک آنزیم از مسیر بیوسنتز اسیدهای آروماتیک اثر می‌گذارد. به عبارت دیگر بازدارنده سنتز 5- انول پیرووویل شیکیمات 3- فسفات می‌باشند و عموماً به شکل غیرانتخابی (عمومی) هستند. علف‌کش گلیفوسیت (راندآپ) از این گروه است.

۶- **بازدارنده سنتز گلوتامین:** علف‌کش‌های بازدارنده سنتز گلوتامین، منجر به افزایش یون آمونیوم در سلول‌ها شده و اثر بازدارندگی خود را از این طریق اعمال می‌کنند. علف‌کش گلیفوسیت آمونیوم (باستا) در این گروه قرار دارد.

۷- **علف‌کش‌های بازدارنده پروتوپورفیرینوژن اکسیداز:** بازدارنده آنزیم سازنده پروتوپورفیرینوژن می‌باشند. در این گروه علف‌کش‌های دی‌متیل‌اتر و اکسادیازدن قرار می‌گیرند و علف‌کش رونستار (اگزادیازون) که در مزارع برنج شمال ایران استفاده می‌شود جزء این گروه است.

۸- **علف‌کش‌های بازدارنده متابولیسم لیپیدها:** در این گروه تیوکاربامات‌ها و پیرازولیوم قرار دارند، تیوکاربامات‌ها مختل‌کننده سنتز لیپیدها بوده اما پیرازولیوم‌ها بازدارنده فعالیت مریستم‌اند، علف‌کش‌های این گروه تماماً انتخابی بوده و از طریق ریشه، جوانه یا برگ جذب شده و دارای حرکت آکروپتال می‌باشند که در نهایت باعث توقف رشد در مناطق مریستمی برگ‌ها می‌شوند. مولی‌نیت، سیکلوات و دیفن‌زوکوات از نمونه‌های این گروه هستند.

۹- **بازدارنده‌های سنتز استولاکتات ALS یا بازدارنده‌های سنتز اسید استوهیدروکسی (AHAS):** علف‌کش‌های این گروه با بازدارندگی سنتز اسیدهای آمینه ضروری نظیر والین و ایزولوسین اثر خود را اعمال می‌کنند. در این گروه سولفونیل اوره‌ها، سینوسولفورون و ایمیدازولینون‌ها و علف‌کش‌های بن‌سولفورون‌متیل، تری‌بنورون‌متیل دیده می‌شوند.

۱۰- **فسفره‌های آلی:** مکانیسم اثر آن‌ها در گیاهان به دقت مشخص نشده است اما در فعالیت برخی آنزیم‌ها اختلال ایجاد می‌کنند. علف‌کش پی‌پروفوس از این گروه بوده و می‌توان به تنهایی از آن علیه باریک برگ‌ها و به‌صورت مخلوط با 2,4-D به نام ریلوفاچ در مزارع برنج علیه باریک برگ‌ها نیز استفاده کرد.

۱۱- **سایر گروه‌ها:** در این گروه علف‌کش‌های متعدد و متنوعی قرار دارند لکن به دلیل کمبود موارد فرموله شده در طبقه‌بندی قرار داده نشده‌اند، از طرف دیگر تمرکز، بیشتر بر علف‌کش‌های مصرفی کشور است.

۵-۲۵ طبقه‌بندی علف‌کش‌ها بر اساس ساختار شیمیایی آن‌ها

- علف‌کش‌های معدنی شامل سولفات‌آهن، کلرات‌سدیم، سولفات‌مس، آرسنات‌سدیم و تعدادی ترکیب دیگر است که امروزه به دلیل حضور علف‌کش‌های آلی چندان مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. سولفات‌مس یا کات‌کبود تنها ترکیب معدنی است که برای کنترل جلبک در استخرها و مزارع برنج کمابیش مورد استفاده می‌باشد.
- علف‌کش‌های آلی شامل گروه‌های متعددی است که در زیر به اختصار به معرفی اهم آن‌ها پرداخته می‌شود.

۱-۵-۲۵ علف‌کش‌های شبه هورمونی

این گروه شامل سه دسته علف‌کش شامل فنوکسی‌ها، بنزوئیک اسیدها و پیریدین‌کاربوکسیلیک اسیدها می‌باشد: در دسته اول دو علف‌کش 2,4-D و MCPA وجود دارند، 2,4-D یا 2 و 4- دی‌کلروفنوکسی‌استیک اسید خالص به شکل کریستال‌های ریز سفیدرنگ است که 600ppm در آب حل می‌گردد اما املاح سدیم، لیتیم و آمین آن به خوبی در آب حل می‌شود. استر 2,4-D در آب به مقدار کم حل می‌شود ولی در روغن محلول بوده لذا آن را همراه روغن به شکل امولسیون شونده فرموله می‌کنند.

ماده مؤثره علف‌کش‌های گروه فنوکسی برحسب معادل اسید بیان می‌شود و منظور از آن مقدار اسیدی است که از فرمولاسیون موردنظر به‌طور فرضی می‌تواند به‌دست آید.

اما فرم اسید آن به شکل تجاری عرضه نمی‌شود و دلیل آن بیشتر اقتصادی است، در ایران بیشتر نمک دی‌متیل‌آمین آن که قابل حل در آب است مصرف می‌شود.

علف‌کشی سیستمیک و انتخابی بوده، نمک‌های آن به سرعت از ریشه‌ها جذب می‌شوند، در حالی که استرهای آن از قسمت سبز (شاخ و برگ) جذب می‌گردد. پس از انتقال در نواحی مریستمی ریشه‌ها و جوانه‌ها متراکم می‌شود و به‌عنوان یک بازدارنده رشد عمل می‌کند. کاربرد آن به عنوان یک کنترل‌کننده پهن برگ‌های یک‌ساله و دائمی در مزارع غلات، ذرت، سورگرم، نیشکر، برنج و باغ‌های

میوه دانه‌دار و هسته‌دار جنگل و حتی اراضی کشت نشده به مقدار 0.3 تا 2.3 کیلوگرم در هکتار می‌باشد. از استرایزوپروپیل آن برای کمک به رسیدن میوه‌های نارس در مرکبات می‌توان استفاده کرد. برای بیشتر محصولات پهن برگ خصوصاً پنبه، مو، گوجه‌فرنگی، درختان میوه، دانه‌های روغنی و چغندر گیاه‌سوزی دارد. فرمولاسیون‌های آن شامل EC، SL، SP و GR است و به‌صورت مخلوط با سایر علف‌کش‌ها نظیر MCPA، دیورون، دیکلروپروپ، دالاپون سدیم، سیمازین بروماکسینیل و بسیاری علف‌کش‌های دیگر فرموله می‌شود. LD50 حاد دهانی برای رت $639-764\frac{mg}{kg}$ و برای موش $138\frac{mg}{kg}$ است.

MCPA که مخفف Methy Chlorophenoxy Acetic Acid است دارای اثراتی شبیه به 2,4-D بوده و در برخی محصولات مثل برنج و یولاف کم‌خطرتر از 4، 2-D است. در ایران تنها به‌صورت مخلوط با 2,4-D در گندم، علیه علف‌های هرز پهن برگ استفاده می‌شود اما در اروپا برای مبارزه با علف‌های هرز یونجه، نخودفرنگی، کتان و مراتع کاربرد دارد.

از مشتقات بنزوئیک اسید، علف‌کش دای کامبا Di Camba است که نام شیمیایی آن 3 و 6- دی‌کلرو 2- فنوکسی‌بنزوئیک اسید و نام تجاری آن بانول (Banvel) است. ترکیبی انتخابی و سیستمیک است که توسط برگ و ریشه جذب شده و قابل انتقال در هر دو مسیر آپوپلاست و سیم پلاست است. موارد کاربرد آن تا حدی شبیه 2,4-D است. برای کنترل علف‌های پهن برگ یک‌ساله و دائمی در غلات، ذرت، سورگوم و نیشکر است و مقدار مصرف محدوده‌ای از 0.1 تا 11.2 کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار است، از نظر گیاه‌سوزی، در بیشتر گیاهان تیره نخود ایجاد گیاه‌سوزی می‌نماید. اشکال فرمولاسیون این علف‌کش GR و SL بوده اما مخلوط آن با علف‌کش‌های دیگر نظیر MCPA، آترازین، 2,4-D و بسیاری دیگر نیز فرموله می‌شود. مشتقات پیریدین‌کاربوکسیلیک اسید دارای دو علف‌کش مهم شامل کلوپیرالید (Clopyralid) و پیکلورام (Picloram) است.

پیکلورام با نام تجاری توردون (Tordon) و نام شیمیایی 4- آمینو، 3، 5 و 6- تری‌کلرو، 2- پیریدین کاربوکسیلیک اسید به شکل پودر بی‌رنگ با بویی شبیه کلر است، علف‌کشی سیستمیک و انتخابی است که توسط ریشه‌ها و برگ‌ها به سرعت جذب می‌شود و دارای هر دو مسیر انتقال آکروپتال و بازی پتال است (Acropetal and Basipetal)، برای کنترل پهن برگ‌های یک‌ساله و دائمی به‌کار می‌رود استثناً بروکروسیفر اثر شدید ندارد. فرمولاسیون آن به شکل SL است اما فرمولاسیون مخلوط آن با بسیاری علف‌کش‌ها نظیر MCPA، آترازین، سیمازین و ... تهیه می‌شود و سمیت آن 8200 میلی‌گرم بر کیلوگرم است.

کلوپیرالید علف‌کش دیگر این گروه است با نام تجاری سیرونال (Cyronal)، لونترول 35 آ، این علف‌کش به صورت پس‌رویشی برای کنترل علف‌های هرز پلی‌گوناسه، کمپوزیته لگومینوزو چتریان در مزارع ذرت، پیاز، کلم، آفتابگردان، چغندرقند و چغندر استفاده می‌شود. (LD50=5000mg/kg)

۲-۵-۲۵ علف‌کش‌هایی که‌بر پایه آریلوکسی‌فنوکسی‌پروپیونیک اسید می‌باشند

در این گروه علف‌کش‌های دی‌کلوفوپ‌متیل (ایلوکسان)، پروپاکوییزافوب (آژیـل) فنوکساپروپ‌پی‌اتیل (اکلایم‌یاپوماسوپر)، فلوآزیفوپ‌بوتیل (فوزیلید) کوئیزالوفوپ‌پی‌اتیل (تارگا)، کلودینافوپ‌پروپارژیل (تاپیک)، هالوکسی‌فوب‌اتوکسی‌اتیل (گالانت) و هالوکسی‌فوب‌پی‌متیل (گالانت‌سوپر) قرار دارند. این علف‌کش‌ها از طریق برگ در ریشه جذب می‌شوند ولی دارای قابلیت انتقال بوده و به‌صورت سیستمیک عمل می‌کنند (سیستمیک‌های ضعیف)، به دلیل جذب مختصر از ریشه عموماً پیش از کاشت مصرف نمی‌شوند بجز یک علف‌کش که آن دی‌کلوفوپ‌متیل (ایلوکسان) است. این سموم برای کنترل علف‌های هرز غلات استفاده می‌شوند لکن در برخی کشورها بیوتیپ‌های مقاوم از گراس‌ها نظیر سوروف، یولاف وحشی، چچم و دم روباهی گزارش شده‌اند. دی‌کلوفوپ‌متیل (Diclofop-methyl) دارای نام تجاری (Illoxan) و درجه سمیت $580\frac{mg}{kg}$است، علاوه بر اثر سیستمیک دارای اثر تماسی نیز می‌باشد، در مزارع مختلف برای کنترل گراس‌ها به‌کار می‌رود.

پروپاکوئیزافوپ Propaquizafop (آژیل Agil) دارای درجه سمیتی حدود $5000\frac{mg}{kg}$است. در ایران فرمولاسیون EC ده درصد آن ثبت شده و برای کنترل باریک برگ‌ها (گراس‌ها) در مزارع چغندرقند به‌کار می‌رود.

فنوکساپروپ‌پی‌اتیل (Fenoxaprop-p-ethyl) با نام تجاری اکلایم (Acclaim) و پوما (Puma) است. در ایران فرمولاسیون مخلوط آن با مفن‌پایردی‌اتیل (Mephen Pyre Diethyl) با نام پومااکسترا ثبت شده است که دارای 7.5 درصد ماده مؤثره و درجه سمیت $2300\frac{mg}{kg}$است. هالوکسی‌فوب‌اتوکسی‌اتیل و هالوکسی‌فوب‌پی‌متیل با نام‌های تجاری گالانت و گالانت سوپر در ایران کاربرد زیادی در مبارزه با باریک برگ‌ها یافته‌اند فرمولاسیون‌های مصرفی به‌ترتیب EC با 12.5 و 10.8 درصد ماده مؤثره است.

۳-۵-۲۵ سیکلوهگزان دیون‌ها (Cyclohexanedions)

گروه دیگری از گراس‌کش‌ها هستند و سایکلوکسیدیم (فوکوس)، ستوکسیدیم- سدیم (نابواس)،

ترالکوکسیدیم (گراسپ)، پروفوکسیدیم (آرامو) کلفوکسیدیم (آئوراپلوس) و کلتودیم (سلکت) نمونه‌هایی از این گروه هستند. سه ترکیب فوکوس، نابواس و گراسپ در ایران به ثبت رسیده و مصرف می‌شوند.

سایکلوکسیدیم Cycloxydim (فوکوس Focws) در ایران برای کنترل باریک برگ‌ها در پیاز و کلزا مصرف می‌شود. فرمولاسیون مصرفی کنسانتره امولسیون شونده با غلظت ده درصد ماده مؤثره است. سمیت‌آن‌کم و LD50 آن بالاتر از $5000\frac{mg}{kg}$است. ستوکسیدیم- سدیم Setoxydim-s (نابواس Nabu-s) این سم در سال ۱۳۶۵ در ایران به ثبت رسیده و به‌منظور کنترل علف‌های هرز باریک برگ در چغندر قند، پیاز و کلزا مصرف می‌شود. درجه سمیت آن نسبتاً کم LD50 آن $3200\frac{mg}{kg}$ می‌باشد. فرمولاسیون آن 12.5 EC درصد است.

ترالکوکسیدیم Tralkoxydim یا گراسپ Grasp در سال ۱۳۷۷ در ایران به ثبت رسیده و به‌منظور کنترل یولاف وحشی، چچم و خونی واش در مزارع غلات (گندم و جو) مصرف می‌شود. LD50 آن $934\frac{mg}{kg}$ و فرمولاسیون آن SC با 25 درصد ماده مؤثره است.

۴-۵-۲۵ آمیدها (Amides)

این گروه از علف‌کش‌ها اغلب در خاک مصرف می‌شوند. عمدتاً به علف‌های هرز باریک برگ (کشیده برگ) اثر می‌گذارند، بر بعضی پهن برگ‌های یکساله نیز اثر می‌گذارند (در این گروه علف‌کش‌های پروپانیل (استام‌اف 34)، دیفنن‌آمید (اناید) ایزوکسابن (گالری)، ناپروپامید (دورینول) و پروپیزآمید (کرب) به بازار عرضه شده‌اند. لکن علف‌کش پروپانیل در ایران علیه علف‌های هرز برنج به ثبت رسیده است.

پروپانیل Propanil (استام یا Stam): ان- (3 و 4- دی کلروفنیل) پروپان اسید ماده خالص کریستال بی‌رنگ و بی‌بو، اما، تکنیکال آن کریستال قهوه‌ای رنگ است)، علف‌کش تماسی انتخابی است و دوره فعالیت کوتاهی دارد و به‌صورت پس‌رویشی در مزارع برنج به مقدار 2.5 تا 5 کیلوگرم در هکتار برای کنترل گراس‌ها و برخی پهن‌برگ‌های یک‌ساله نظیر سوروف تاج خروس وحشی و ستاریا استفاده می‌گردد، مخلوط آن با MCPA در مزارع گندم نیز به کار می‌رود. فرمولاسیون‌های تهیه شده آن EC و SC و OL است اما در ایران عمدتاً 36 EC درصد موجود است، LD50 این سم معادل $4000\frac{mg}{kg}$ می‌باشد.

۲۵-۵-۵ دی‌فنیل اترها (Diphenyl Ethers)

علف‌کش‌های این گروه بازدارنده‌آنزیم پروتوپورفیرینوژن اکسیداز (Protoporphyrinogen Oxidase Inhibitor) هستند، دارای خاصیت تماسی با اثر انتخابی بر علف‌های پهن برگ و باریک برگ یک‌ساله بوده و در مزارع مختلف قابل استفاده‌اند، پس از تماس با گیاه به سرعت از طریق قسمت‌های سبز به‌ویژه جوانه‌ها جذب می‌شوند که مقدار جذب ریشه‌ای و میزان جابه‌جایی و انتقال آن‌ها نیز بسیار مختصر است. در محل تماس باعث بی‌رنگ شدن، زردی و سوختگی می‌شوند. اگر با دز پایین مصرف شوند باعث نارنجی شدن رنگ در برگ‌ها می‌شوند، از نظر گیاه‌سوزی پنبه و سویا ممکن است در اثر تماس با اکسی‌فلورفن صدمه ببینند، علف‌کش‌های این گروه شامل آسیفلورفن (بلیزر)، آکلونیفن (چالنج)، بی‌فنوکس (مدون)، فلورگلایکوفن‌اتیل (کاسپیت)، فلورودایفن (پرفوران)، فومزافن (فلکس)، نیتروفن (توک)، لاکتوفن (کبری) و اکسی‌فلورفن (گل) می‌باشند. در ایران اکسی‌فلورفن در مزارع پیاز و برنج مصرف می‌شود.

اکسی‌فلورفن (Oxyfloorfen) (گل Goal): نام شیمیایی آن 2-کلرو-1- (3- اتوکسی-4- نیتروفنوکسی) -4-(تریلفوئورومتیل) بنزن است و خالص آن ماده جامد کریستالی نارنجی رنگ می‌باشد. مقدار مصرف 0.25 تا 2 کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار است. فرمولاسیون‌های EC و GR آن تهیه شده است و در ایران EC 24% استفاده می‌شود. LD50 آن بیشتر از $5000 \frac{mg}{kg}$ است.

۲۵-۵-۶ تریازین‌ها (Triazines)

این ترکیبات مشتقات ازته هتروسیکلیک می‌باشند. ازت‌های موجود در ساختار این علف‌کش‌ها اغلب متقارن است لکن در برخی از آن‌ها حالت نامتقارن دارد به آن‌هایی که ازت نامتقارن دارند تریازینون می‌گویند. در تریازین‌ها نامگذاری بر اساس گروه شیمیایی متصل به کربن شماره 1 انجام می‌شود. اگر کلر به این کربن متصل باشد نام علف‌کش به Azine ختم می‌شود (آترازین)، اگر گروه متوکسی (O-CH3) به کربن 1 متصل شود نام علف‌کش به Ton ختم می‌گردد (نظیر پرومتون Prometon) و اگر متیل‌تیو ($S\text{-}CH_3$) به کربن 1 متصل باشد نام علف‌کش به Tryn منتهی می‌گردد. (نظیر آمترین Ametryn). در گروه تریازین‌ها علف‌کش‌های متعددی دیده می‌شود که نحوه اثر آن‌ها ممانعت از فتوسنتز در گیاه است، ترکیبات این گروه بیشتر از راه ریشه جذب می‌شوند و از راه آپوپلاست منتقل شده و به شاخه‌ها و برگ‌ها می‌رسند، جذب آن‌ها از برگ‌ها نیز به سهولت انجام می‌شود و مقداری حرکت بازیپتالیک نیز دارند. علائم مسمومیت آن‌ها در گیاهان با رنگ پریدگی بین رگبرگ‌ها آغاز

می‌شود و به‌تدریج به زردی و نکروز تبدیل می‌گردد. حالت زردی در حاشیه برگ‌ها بیشتر دیده می‌شود و برگ‌های مسن و قدیمی‌تر نیز بیشتر زیان می‌بینند.

علف‌کش‌های مهم این گروه آترازین (گزاپریم) سیانازین (بلادکس)، سیمازین (گزاتوپ) آمترین (گزاپاکس)، دسمترین (سمرون)، پرومترین (گزاگارد)، تربوترین (ایگران)، متامیترون (گلتیکس) و متری‌بوزین (سنکور) می‌باشند، علف‌کش‌هایی که در ایران مصرف می‌شوند عبارتند از: آترازین (Atrazine) با نام تجاری Gesaprim (گزاپریم) که دارای نام شیمیایی 9-کلرو - ان- اتیل ان پریم- ا - متیل‌اتیل، 1، 3 و 5 تریازین است. شکل خالص آن پودر بی‌رنگ است. ذرت به آن تحمل نشان می‌دهد که علت آن غیرسمی کردن سم توسط گلوتاتیون‌ترانسفراز است. علف‌کشی انتخابی با خواص سیستمیک بوده، جذب اساساً از طریق ریشه‌ها انجام می‌گردد اما توسط شاخ و برگ نیز صورت می‌گیرد. دارای قابلیت انتقال از مسیر آکروپتال در آوندهای چوبی بوده و در برگ‌ها و مریستم انتهایی متراکم می‌شود. مورد استفاده آن به صورت پیش و پس‌رویشی برای کنترل علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ یک‌ساله در مزارع ذرت است. LD50=1728mg/kg و فرمولاسیون‌های آن FW، SC WP، GR و WG است در ایران WP 80 درصد استفاده می‌شود.

آمترین Ametryn (گزاپاکس Gesapax) با نام شیمیایی اتیل- N'- 1- متیل‌اتیل -6- متیل‌تیو 1، 3، 5 تریازین -2 و 4- دی‌امین، فرم خالص آن پودری سفیدرنگ است و خواصی شبیه به آترازین دارد. لکن در مزارع و باغ‌های مختلف نظیر مرکبات، ذرت، موز، نیشکر، آناناس، قهوه، چای و پالم روغنی استفاده می‌شود. گیاه‌سوزی فقط در برخی ارقام نیشکر دیده شده است، فرمولاسیون‌های آن، FW، WP، SC، EC و WG است. در ایران WP 80 درصد مصرف می‌شود. LD50 آن $1800\frac{mg}{kg}$ است.

از علف‌کش‌های دیگر این گروه پرومترین Prometryn (گزاگارد Gesagard) که فرمولاسیون 80% WP آن در مزارع عدس استفاده می‌شود و تربوترین Terbutryn (ایگران Igran) که فرمولاسیون مخلوط آن با تریاسولفورون با نام تجاری ایگران‌اکسترا به شکل 64% WP در اواسط پنجه‌زنی غلات استفاده می‌شود. متامیترون Metamitron (گلتیکس Goltix) علف‌کش دیگری است از این گروه که با فرمولاسیون 70% WP در مزارع چغندر قند استفاده می‌شود. متری‌بوزین Metribuzine (سنکور Sencor) یکی از علف‌کش‌های مهم این گروه است که به صورت 70% WP در مزارع سیب‌زمینی، هویج، سویا و نیشکر به‌کار می‌رود. فرمولاسیون دیگر این سم به نام لکسون (Lexon) با فرمولاسیون 75% DF که در مزارع سیب‌زمینی علیه باریک برگ‌ها و در مزارع نیشکر و هویج نیز علیه این علف‌های هرز مصرف می‌شود. شایان ذکر است که دو علف‌کش اخیر یعنی متری‌بوزین و متامیترون

از دسته تریازینون‌ها (نامتقارن‌ها) هستند.

۲۵-۵-۷ اوره‌ها (Urea)

در ساختار این علف‌کش‌ها به‌جای سه هیدروژن موجود در اوره گروه‌های شیمیائی مختلف قرار گرفته‌اند. علف‌کش‌های این گروه اساساً از طریق ریشه جذب می‌شوند ولی برخی از آن‌ها نظیر لینورون و متوکسورون دارای جذب زیادی از شاخ و برگ می‌باشند. قابلیت انتقال آن‌ها به سمت بالا و در مسیر آوندهای چوب است. وابستگی سموم این گروه با متابولیسم گیاهان در انتقال، غیرسمی شدن و انتخابی بودن آن‌ها اثر می‌گذارد. دارای دوام نسبتاً زیاد در خاک از 4 تا 24 ماه هستند، عوامل خاک و محیط در این مدت اثر می‌گذارند. عواملی نظیر آب‌شویی، جذب توسط کلوئیدهای خاک و تجزیه میکروارگانیسم‌ها از آن جمله‌اند. در ایران علف‌کش‌های دیورون Diuron (کارمکس Karmex) لینورون Linuron (لوروکس Lorox)، فلوئومتورون Fluometuron (کوتوران Cotoran) ایزوپروتورون Isoproturon (گرامینون Graminon) تبوتیورون Tebuthiuron (پرفلان Perflan) به ثبت رسیده‌اند. اما بسیاری از آن‌ها استفاده نمی‌شوند. علف‌کش‌هایی از این گروه که در حال حاضر در کشور ما مصرف می‌شوند عبارتند از: دیورون (کارمکس) که فرمولاسیون WP80% آن علیه علف‌های هرز سویا استفاده می‌شود، تبوتیورون (تبوسان) به‌شکل SC50% در نیشکر برای کنترل باریک و پهن برگ‌ها به روش هربیگیشن استفاده می‌شود.

لینورون (آفالن) ترکیب دیگری است که فرمولاسیون SC45% آن در مزارع نخود علیه پهن برگ‌ها به‌کار گرفته می‌شود.

۲۵-۵-۸ کاربامات‌ها (Carbamates)

پروفام اولین علف‌کش این گروه است که پس از شناخت خواص علف‌کشی اسید کاربامیک NH_2COOH بر اساس آن در سال ۱۹۴۵ ساخته شد. کاربامات‌ها از نظر نحوه مصرف به دو دسته خاک مصرف (پروفام و کلروپروفام) و برگ مصرف (دسمدیفام و فن‌مدیفام) تقسیم می‌شوند. مکانیسم اثر این گروه‌ها نیز تفاوت دارد.

علف‌کش‌های خاک مصرف کاربامات با بازدارندگی تقسیم سلول موجب مرگ سلول و گیاه می‌شوند، در حالی که دسته دوم یعنی برگ مصرف‌ها که (Biscarbamates) بیس‌کاربامات‌ها هستند که با اثر بر انتقال الکترون در غشای تیلاکوئیدها منجر به انهدام رنگدانه‌ها شده و در نهایت بافت‌ها را منهدم می‌کنند. گروه خاک مصرف‌ها بیشتر برای کنترل باریک برگ‌های یک‌ساله و برخی پهن‌برگ‌ها به‌کار

گرفته می‌شوند. گروه برگ مصرف‌ها بیشتر برای مبارزه با علف‌های پهن برگ در مزارع چغندر استفاده می‌شوند. این گروه با توجه به جذب از برگ‌ها خاصیت جابه‌جایی و سیستمیک ندارند.

علف‌کش‌های این گروه شامل آسولام Asulam (آسکولاکس Asculox) باربان Barban (کارباین Carbyne) کلرپروفام Chlorpropham (فورلو Furloe) فن‌مدیفام Phenmedipham (بتانال Betanal) دسمدیفام Desmedipham (بتانال- آ ام Betanal-am) و فن‌ایزوفام Phenisopham (دایکونال Diconal) می‌باشند.

در ایران دو علف‌کش فن‌مدیفام و دسمدیفام از این گروه مورد مصرف می‌باشند. فن مدیفام با فرمولاسیون 15.7% EC و دسمدیفام نیز با همین فرمولاسیون در مزارع چغندرقند به‌کار می‌روند. البته فرمولاسیون مخلوط این دو به علاوه اتوفومازیت با نام تجاری بتانال‌پروگرس‌آام در مزارع فوق مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲۵-۵-۹ تیوکاربامات‌ها

Thiocarbamates یا کارباموتیوآت‌ها: این علف‌کش‌ها مشتق از اسید تیوکاربامیک هستند (NH_2COSH) که اولین ترکیب از این گروه EPTC است. دارای قابلیت تبخیر زیاد بوده و کمابیش فرار هستند، اثر آن‌ها ممانعت از تشکیل و رشد جوانه‌هاست. البته مکانیسم اثر آن‌ها جلوگیری از سنتز اسیدهای چرب با زنجیر بلند است که بیش از 18 کربن دارند. از این گروه نیز علف‌کش‌های زیادی ساخته شده است که اهم آن‌ها شامل بوتیلیت Butylate (سوتان Sutan) دی‌آلات Dyalate (آوادکس Avadex) EPTC (ارادیکان Eradicane) تیوبن‌کارب Thiobencarb (ساترن Saturn) پایریبوتیوکارب Pyributicarb (آیگن Eigen) ورنولیت Vernolate (ورنام vernam) پبولیت Pebulate (تیلام Tilam) و مولینیت Molinate (اوردرام Ordram) است. در ایران چهار علف‌کش سیکلوآت Cycloate (رونیت Roneet)، EPTC، مولینیت و تیوبن کارب مصرف می‌شوند. EPTC با فرمولاسیون 82% EC برای کنترل علف هرز در نیشکر ذرت، لوبیا و توتون مصرف می‌شود. سیکلوات با شکل 72.7% EC در مزارع چغندرقند مصرف می‌شود، امروزه مصرف تیوبن کارب در کشور ما کاهش یافته است.

۲۵-۵-۱۰ دی‌نیتروآنیلین‌ها (Dinitro Anilines)

این علف‌کش‌ها اغلب به شکل بلورهای نارنجی رنگ بوده، حساس به نور هستند و کمابیش تبخیر می‌شوند. اثر آن‌ها ممانعت از جوانه زدن بذور است لذا روی خاک پاشیده می‌شوند و برای جلوگیری از تبخیر و تجزیه نوری باخاک مخلوط می‌شوند، البته در خاک تحت اثر تجزیه میکروبی بخصوص

میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی قرار می‌گیرند. جذب آن‌ها از طریق رشد و جوانه‌هاست ولی انتقال آن‌ها بسیار جزئی است.

مانع از رشد ریشه مخصوصاً ریشه‌های جانبی شده و ریشه‌ها را متورم می‌نمایند.

علف‌کش‌های این‌گروه شامل دی‌نیترامین Dinitramin (کوبکس Cobex) اتال فلورالین Ethal Fluoralin (سونالان Sonalan) فلوکرالین Fluchoralin (بازالین Basalin) نیترالین Nitralin (پلاناوین Planavin) پندیمتالین Pendimetalin (استامپ Stomp) پرودیامین Prodiamine (باریکید Barricade) تری فلورالین Trifluralin (ترفلان Treflan) اریزالین Oryzalin (سورفلان Surflan) پروسولفالین Prosulfalin (سارد Sward) و بن فلورالین Befluralin (بالان Balan) می‌باشند.

سه علف‌کش از این گروه در حال حاضر در ایران به‌کار می‌رود و عبارتند از:

اتال فلورالین، با اثر بر تقسیم سلولی مانع رشد گیاه می‌شود. جذب اصلی آن از ساقه و بذر جوانه زده (کولئوپتیل) است لکن جذب ریشه‌ای نیز دارد خصوصاً ریشه‌های جوان، به دلیل خاصیت هیدروفوبیک (آب‌گریزی) انتقال آن به قسمت‌های هوایی نزدیک به صفر است. موارد مصرف آن برای کنترل بیشتر گراس‌های یک‌ساله در حال جوانه‌زدن و پهن برگ‌ها در مزارع پنبه، سویا، لوبیا، آفتاب‌گردان، کدوئیان و کلزاست. مقدار مصرف در موارد قبل از کاشت 1-1.25 کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار است به صورت مخلوط با آترازین برای کنترل علف‌های مزارع ذرت و سورگرم استفاده می‌شود. فرمولاسیون‌های EC، GR و WG آن تهیه شده و در ایران EC33.3% است.

تری‌فلورالین یا ترفلان دیگر علف‌کش این گروه است. حلالیت آن در آب بسیار کم (کمتر از PPM1) است. خالص آن کریستال پرتقالی رنگ است، علف‌کش انتخابی خاک است. زیرا عمل آن در زمان جوانه‌زنی ورود به منطقه هیپوکوتیل است، به صورت قبل از رویش برای کنترل بسیاری از علف‌های هرز یک‌ساله (پهن برگ و باریک برگ). در بسیاری مزارع به‌کار می‌رود در ایران شکل EC 48% آن در مزارع لوبیا، چغندر، پنبه، توتون، سویا، کلزار کنجد توصیه می‌شود. پندی‌متالین استامپ نیز با خواصی مشابه سایر علف‌کش‌های گروه در باغ‌های مو و مزارع عدس به شکل EC 33% استفاده می‌شود، دی‌نیترامین با نام تجاری کوبکس با فرمولاسیون EC 25 در مزارع پنبه و سویا برای کنترل پهن‌برگ‌ها و کشیده برگ‌ها به‌کار می‌روند.

۱۱-۵-۲۵کلراستانیلیدها یا کلراستامیدها

(Chloracetanilides = Chloracetamides)

برخی منابع آن‌ها را در گروه آمیدها قرار می‌دهند. این علف‌کش‌ها بیشتر در کنترل گراس‌ها به‌صورت پیش‌رویشی استفاده می‌شوند، اما برخی پهن‌برگ‌ها را نیز کنترل می‌کنند. این گروه از ترکیبات اثر بازدارنده بر رشد جوانه‌ها، جوانه‌زنی بذور و خروج برگ از کولئوپتیل دارند، بر سنتز اسیدهای چرب و لیپیدها، تقسیم سلولی و رشد طولی سلول‌ها نیز اثر مختل کننده دارند. علف‌کش‌های گروه شامل آلاکلر Alachlor (لاسو Lasso) استوکلر Acetochlor (هارنس Harness) پروپاکلر Propachlor (رامرد Ramrod) دی‌متنامید Dimetenamide (فرونتیر Frontieer) دی‌متاکلر Dimetachlor (تری‌دوکس Teridox) بوتاکلر Butachlor (ماچتی Machete) و پرتیلاکلر Pertilachlor (ریفیت Rifit) می‌باشند در ایران آلاکلر، استوکلر و پرتیلاکلر استفاده می‌شود. آلاکلر با نام شیمیایی 3- کلرو N-2 و 6- دی‌اتیل‌فنیل N- متوکسی‌متیل‌استامید و شکل خالص آن به دو شکل مایع زرد تا قرمز (بالای 40ºC) و جامد سفید متمایل به زرد تا قرمز (در دمای معمولی) است. علف‌کشی سیستمیک و انتخابی است که توسط جوانه‌های اولیه و ریشه‌ها جذب می‌شود و دارای قابلیت جابه‌جایی درون گیاه و تمرکز در بخش‌های رویشی آن است. مصرف به شکل پیش‌رویشی با مقدار 1.68 تا $4.48\frac{kg}{hec}$ برای کنترل گراس‌های یک‌ساله و بسیاری از پهن برگ‌ها در مزارع پنبه، کلم، ذرت، دانه‌های روغنی و سویاست. فرمولاسیون‌های آن EC، GR و WG است که در کشور ما بیشتر فرم EC 48% آن متداول است. $LD50 = 930 - 1350\, mg/kg$ برای رتهاست.

استوکلر، دارای نام‌های تجاری متعدد است در ایران اسه‌نیت (Acenit) و سورپاس (Surpass) استفاده می‌شود. علف‌کشی انتخابی است که اساساً توسط جوانه‌های در حال رشد جذب می‌شود، به‌صورت پیش‌رویشی یا قبل از کاشت برای کنترل گراس‌ها و پهن‌برگ‌های یک‌ساله به‌کار می‌رود. فرمولاسیون‌های مصرفی در ایران EC50% و EC76% است و LD50 حاد دهانی آن برای رت $2148\frac{mg}{kg}$ می‌باشد. پرتیلاکلر به‌صورت EC50% در مزارع برنج برای کنترل باریک و پهن‌برگ‌های یک‌ساله استفاده می‌شود.

۱۲-۵-۲۵ آریل کربوکسیلیک اسیدها و مشتقات آن‌ها (Aryl CarboxylicAcids)

اغلب سموم این گروه از ریشه و برگ جذب شده و دارای قدرت جابه‌جایی از طریق هر دو مسیر

آپووسیمپلاست هستند (بجز کلرآمین و کلرتال‌دیمتیل)، در جوانه‌ها متراکم شده و باعث تورم آن‌ها می‌شوند بعضی علف‌کش‌های این گروه دارای اثرات شبه هورمونی است که دلیل آن ساختار مشابه با آن‌هاست: کلرامبن Chloramben (آمی‌بن Ameben)، کلوپیرالید Clopyralid (لونترال Lontrel) پیکلورام Picloram (توردون Tordon) کلرتال دیمتیل Chlorothal-Dimethyl (داکتال Dactal)، دایکامبا Dicamba (بانول Banvel)، کوئین کلراک Quinclorac (فاست Facet) و کوئین مراک Quim Merac (فیستا Fiesta) علف‌کش‌های این گروه می‌باشند، در ایران کلرتال‌دیمتیل و پیکلورام مصرف می‌شوند. پیکلورام در بخش هورمونی‌ها توضیح داده شده است.

کلرتال دیمتیل یا داکتال با نام شیمیایی تتراکلرو 1 و 4 بنزن‌دی‌کربوکسیلیک اسید، کریستالی بی‌رنگ است. دارای اثر بر بذور در حال جوانه‌زنی است که به‌وسیله کولئوپتیل و هیپوکوتیل جذب شده، علف‌کشی غیرسیستمیک و انتخابی محسوب می شود. به‌صورت پیش‌رویشی در کنترل گراس‌ها و برخی پهن‌برگ‌های یک‌ساله در مزارع پیاز، سیر، گوجه‌فرنگی، کاهو، سیب‌زمینی، پنبه، لوبیا، سویا و کدوئیان مصرف می‌شود. در مزارع علوفه نظیر یونجه جهت کنترل بذور در حال جوانه‌زنی سس نیز به‌کار می‌رود. فرمولاسیون‌های آن SC، WP و GR است، در ایران فرم WP 75% آن متداول است.

۲۵-۵-۱۳ اوراسیل‌ها یا پریمیدین‌ها (Uracils or Pyrimidines)

علف‌کش‌های این گروه همگی در خاک مصرف می‌شوند و روی بذور در حال جوانه‌زدن و تازه جوانه زده مؤثرند، از طریق برگ نیز مقداری جذب می‌شوند و بر برخی علف‌های هرز دائمی نیز اثر می‌گذارند. سه علف‌کش از این گروه ساخته شده است که شامل بروماسیل Bromacil (هایوار- ایکس Hyvar-x) لناسیل Lenacil (ونزار Venzar) و ترباسیل Terbacil (سینبار Sinbar) می‌باشند. در ایران بروماسیل برای مصرف در اراضی بایر و باغ‌های مرکبات به ثبت رسیده است لکن در حال حاضر چندان مصرف نمی‌شود.

۲۵-۵-۱۴ ایمیدازولینون‌ها (Imidazolinones)

این گروه شامل علف‌کش‌هایی است که از راه ریشه و برگ جذب می‌شوند و به هر دو گروه باریک و پهن برگ‌ها از علف‌های هرز مؤثرند. اثر آن‌ها در گیاه اختلال در فعالیت آنزیم استولاکتات‌سینتتاز می‌باشد.

دارای دوام زیادی بوده و مقدار مصرف آن‌ها نیز نسبتاً کم و از 100 تا 500 گرم در هکتار است. علف‌کش‌های این گروه شامل ایمازاپیر Imazapyr (ارسنال Arsenal)، ایمازامتابنزمتیل Imazametabanz-methyl (آسرت Assert)، ایمازاموکس Imazamox (ادیسه Odyssey)، ایمازاکوئین

Imazaquin (اسکادران Squadran) و ایمازاتاپیر Imazathapyr (پرسوئیت Persuit) می‌باشد. در ایران ایمازاتاپیر برای کنترل علف‌های هرز یونجه و ایمازامتابنزمتیل معرفی شده‌اند.

ایمازامتابنزمتیل: محصول واکنش دو ترکیب متیل ایزوپروپیل‌متیل‌اکسوایمیدازولین - ام‌تولوئن با متیل‌ایزوپروپیل‌متیل‌اکسوایمیدازولین پی- تولوئن می‌باشد. شکل خالص آن پودر متمایل به سفید است. علف‌کشی سیستمیک و انتخابی است که از ریشه و برگ جذب می‌شود و به سمت مناطق مریستمی انتقال می‌یابد. برای کنترل یولاف و برخی دولپه‌ای‌ها در گندم، جو و آفتابگردان مصرف می‌شود. مقدار مصرف $0.25-0.7\frac{kg}{hec}$ است. مصرف آن در برخی مزارع مانع از کشت گوجه‌فرنگی و کلم بروکلی تا 15 ماه می‌شود. فرمولاسیون‌های آن SC، EC و SG است و در ایران SC 25% آن متداول است.

۱۵-۵-۲۵ سولفونیل اوره‌ها (Sulfonylureas)

این ترکیبات در اوایل دهه ۱۹۸۰ معرفی شده‌اند و بر علیه بسیاری پهن‌برگ‌ها و برخی گراس‌ها مصرف می‌شوند. دارای اثر بالایی بر علف‌های هرز بوده و مقدار مصرف آن‌ها بین 10 تا 100 گرم مادهٔ مؤثره در هکتار است.

اثر آن‌ها بر آنزیم سنتز کننده استولاکتات است که در سنتز اسیدهای آمینه والین، لوسین و ایزولوسین نقش دارد. این سموم زیاد جذب خاک نمی‌شوند لذا امکان شسته شدن آن‌ها زیاد است. نیمه عمر آن‌ها از چند هفته تا چند ماه متغیر است، واکنش گیاهان به آن‌ها متفاوت است، تاکنون حدود 20.000 تفاوت در واکنش به آن‌ها گزارش شده است.

مقاومت به آن‌ها بسیار سریع اتفاق افتاده و در حال حاضر تعداد زیادی از علف‌ها به این گروه مقاوم شده‌اند، جذب آن‌ها از طریق ریشه و برگ است. در نتیجه به هر دو صورت قبل و پس‌رویشی قابل استفاده می‌باشند.

علف‌کش‌های این گروه بسیار زیاد می باشند اما اهم آن‌ها: بن‌سولفورون‌متیل Bensulfuron (لونداکس Londax)، کلرسولفورون Chlorsulfuron (گلین Glean) تری‌بنورون‌متیل Tribenuron-methyl (گرانستار Granstar)، تیامتورون Thiameturon (هارمونی Harmony)، متسولفورون- متیل Metsulfuron-m (اسکورت Escort)، سولفومتورون‌متیل Sulfometuron-m (اوست oust)، تری‌فلوسولفورون- متیل Triflusulfuron-m (سفری Safari)، نیکوسولفورون Nicosulfuron (اکسنت Accent) و پروسولفورون Prosulfuron (اکسید Exceed) و تعدادی دیگر است، اما در ایران تعداد معدودی از این علف‌کش‌ها شامل سینوسولفورون Cinosulfuron (ستاف Setoff)، اتوکسی‌سولفورون

Ethoxysulfuron (سان رایس Sunrice) و بن‌سولفورون در حال مصرف می‌باشند.

بن سولفورون متیل: فرم خالص آن جامد بی‌بو با رنگ سفید مایل به زرد کدر می‌باشد. اثر آن ممانعت از سنتز اسیدهای آمینه ضروری بوده که در نهایت بر تقسیم سلولی و رشد گیاه اثر بازدارنده می‌گذارد. اساس انتخابیت آن‌ها وابسته به متابولیسم سریع آن‌ها در گیاهان است (Koeppe & Brown 1995).

از نظر مصرف: به‌صورت پیش و پس‌رویشی برای کنترل برخی پهن‌برگ‌ها، سوروف و جگن‌ها در مزارع برنج به مقدار 30 تا $100\frac{gr}{hec}$ و مزارع دیگر استفاده می‌شود.

فرمولاسیون‌های تهیه شده آن GR، DF، WP و WG است. در ایران فرمولاسیون DF 60 آن موجود است. ترکیب دیگر تری‌بنورون‌متیل است که شکل آن جامد، قهوه‌ای روشن و بدون بو است. جذب آن توسط قسمت‌های سبز و ریشه‌ها بسیار سریع انجام می‌شود و قابل انتقال در گیاه می‌باشد. در تیمارهای پس‌رویشی اثر آن 7 تا 21 روز به‌طول می‌انجامد، سورفکتانت‌ها اثر آن را روی علف‌های هرز پهن‌برگ افزایش می‌دهند. مصرف آن در ایران روی غلات و مقدار مصرف آن 9 تا 30 گرم در هکتار می‌باشد.

تری‌فلوسولفورون‌متیل نیز از علف‌کش‌های این گروه است که به صورت DF 60 در مزارع چغندرقند علیه علف‌های هرز پهن‌برگ استفاده می‌شود.

۲۵-۵-۱۶ پیریدازین‌ها (Pyridazines)

به آن‌ها پیریدازینون‌ها نیز اطلاق می‌شود، که از بازدارنده‌های انتقال e در فتوسیستم II فتوسنتز می‌باشند. علف‌کش‌های انتخابی و سیستمیک بوده که سریعاً توسط ریشه‌ها جذب شده و در تمام بخش‌های گیاه به‌صورت آکروپتال جابه‌جا می‌شوند. نقش آن‌ها کنترل علف‌های یک‌ساله پهن‌برگ در چغندرقند و چغندر است به‌صورت قبل از کاشت، پیش‌رویشی و پس‌رویشی قابل استفاده می‌باشند. علف‌کش‌های این گروه شامل کلریدازون Chloridazon (پیرامین Pyramin)، فلوریدن Fluridone (سونار Sonar)، فلورو کلریدون Fluorochloridone (ریسر Racer)، دی‌تیوپیر Dithiopyr (دیمنشن Dimension) نورفلورازون Norflurazon (اویتال Evital) و پایریدیت Pyridate (لنتاگران Lentagran) می‌باشند، علف‌کش کلریدازون (پیرامین) یکی از علف‌کش‌های معروف این گروه در ایران است. نام شیمیایی آن 5 - آمینو-4- کلرو-2- فنیل‌پیریدازینون و شکل خالص آن جامد بی‌رنگ و بی‌بو، در حالی که تکنیکال آن قهوه‌ای رنگ و اغلب بی‌بوست. فرمولاسیون‌های‌آن FL، SC، WP و WG، اما در ایران WP 80% آن متداول است.

به صورت‌های پیش از کاشت یا پیش‌رویشی و پس‌رویشی در مزارع چغندر به مقدار 3.1 – 25.3 kgai / hec مصرف می‌شود. به این علف‌کش پیرازون هم گفته می‌شود و برای افزایش طیف علف‌کشی با علف‌کش‌های دیگر نظیر اتوفومزیت (Ethofumesate) یا دسمدیفام مخلوط می‌شود.

پیریدات (لنتاگران) از علف‌کش‌های دیگر گروه است که در مزارع نخود علیه پهن‌برگ‌ها به شکل EC 60% استفاده می‌شود. علف‌کش فلورتامون نیز از این گروه در مزارع آفتابگردان و زیره آزمایش شده و برای کنترل علف‌های هرز آن‌ها ثبت شده است.

۱۷-۵-۲۵ بای پیریدیلیوم‌ها (Bipyridyliums)

به این گروه بای پریدینیوم نیز گفته می‌شود که ترکیباتی پس‌رویشی و برگ مصرف هستند، به دلیل جذب شدید توسط کلوئیدهای خاک، از طریق خاک هیچ تأثیری ندارند. از این گروه دو ترکیب پاراکوات (Gramaxone گراماکسون، Paraquate) و دی‌کوات Diquate (رگلون Reglon) معرفی شده‌اند، در ایران پاراکوات شناخته شده است و بسیار مصرف می‌شود، پاراکوات علف‌کشی عمومی است که قسمت‌های سبز گیاهان را از بین می‌برد، در خاک مصرف نمی‌شود زیرا از این طریق مؤثر نیست اما از نظر شیمیایی دوام آن در خاک بالا و حدود سه سال است دارای اثر سریع بوده و موجب سوختگی و ریزش سریع برگ می‌گردد. برای مبارزه با علف‌های هرز باغ‌ها و زیر بوته‌ها به صورت هدایت شده قابل مصرف است. برای افزایش اثر آن را با علف‌کش‌های با دوام نظیر دیورون، آترازین، آلاکلر و موارد دیگر مخلوط می‌کنند تا پاراکوات علف‌های هرز موجود را از بین ببرد و علف‌کش با دوام از رویش علف‌های جدید جلوگیری کند.

مکانیسم عمل آن این‌چنین است که، علف‌کش مصرفی معمولاً به صورت نمک پاراکوات‌دی‌کلراید است که در گیاه به صورت یون پاراکوات درآمده و مؤثر واقع می‌شود. یون پاراکوات با گرفتن e از فتوسیستمI به شکل رادیکال آزاد پاراکوات در می‌آید که موجب تولید مواد اکسید کننده شده و سلول‌های گیاه را از بشین می‌برد.

۱۸-۵-۲۵ علف‌کش‌های فسفره آلی (Organophosphorus Herbicides)

این ترکیبات در جانوران، بازدارنده آنزیم استیل‌کولین‌استراز هستند اما در علف‌های هرز بازدارنده مریستم می‌باشند. علف‌کش‌هایی انتخابی هستند، توسط برگ‌ها جذب شده و دارای قابلیت جابه‌جایی از مسیر آکروپتال می‌باشند. به صورت پس‌رویشی برای کنترل برخی گراس‌ها و پهن‌برگ‌ها در مزارع غلات و برنج استفاده می‌شوند. علف‌کش‌های این گروه شامل پی‌پروفوس Piperophos (ریلوف- اچ Rilof-H)، آنیلوفوس Anilofos (آروزین Arozin) و دی فنزوکوات Difenzoquat (آونج Avenge) می‌باشند.

در ایران هر سه علف‌کش شناخته شده می‌باشند، پی‌پروفوس برای مزارع برنج، دیفنزوکوات برای کنترل یولاف وحشی در گندم و آنیلوفوس مخلوط با اتوکسی‌سولفورون با نام تجاری سان‌رایس‌پلاس (Sunriceplus) در مزارع برنج علیه پهن‌برگ‌ها، سوروف و جگن استفاده می‌شود.

۱۹-۵-۲۵ گروه‌های دیگر

گروه‌های عنوان شده مواردی بودند که در هر کدام از آن‌ها تعدادی علف‌کش ساخته و معرفی شده بود لکن گروه‌هایی وجود دارند که بعضاً دارای یک یا دو ترکیب ساخته شده می‌باشند که به دلیل تعدد آن‌ها ذکر یکایک گروه‌ها میسر نیست. در اینجا به ذکر علف‌کش‌هایی می‌پردازیم که در این گروه‌ها قرار داشته در ایران شناخته شده‌اند و مورد مصرف قرار دارند.

۱- **گلایفوسیت (Glyphosate) (رانداپ Rundap)**: از مشتقات فسفی‌نیک‌آمینواسید یا (فسفونومتیل آمینواسید) بوده، علف‌کشی تماسی و عمومی با اثرات سیستمیک محدود و ضعیف، اثر شدیدی بر ریشه‌های دائمی و ریزوم‌ها ندارد، منشأ این علف‌کش بیولوژیک بوده و از روی توکسین باکتری‌ها تهیه شده است. جذب از راه برگ‌ها انجام می‌شود و دارای حرکت آکروپتالیک می‌باشد. در گیاه با جلوگیری از سنتز گلوتامین موجب تجمع آمونیاک می‌شود که برای گیاه کشنده است و از آنجا که تجمع آمونیاک تا رسیدن به حد کشندگی زمان لازم دارد علف‌کشی کند اثر می‌باشد و حدود 7 تا 10 روز زمان پس از سمپاشی برای مشاهده اثرات نیاز خواهد داشت .

در ایران برای باغ‌های میوه سردسیری، اراضی غیرمزروعی و مرکبات توصیه شده است. فرمولاسیون مصرفی SL41% و $LD50 = 4300\,mg/kg$ است.

از این گروه گلیفوزیت آمونیوم (Glyphosate Amoniom) با نام تجاری باستا (Basta) نیز در کشور معرفی شده است که مشابه رانداپ مصرف می‌گردد فقط فرمولاسیون موجود آن SL20% با $LD50 = 2000\,mg/kg$ می‌باشد.

۲- **اکسادیازون (Oxadiazone)**: با نام تجاری رونستار (Rohn-star) در ایران برای کنترل علف‌های هرز برنج مصرف می‌شود. لکن از بین بردن پیچک صحرایی نیز یکی از اثرات آن است، جذب آن از ریشه و برگ، فقط در برنج نشائی قابل مصرف است، در مزارع پیاز، باغ‌های میوه، نباتات زینتی و غیره به‌صورت پس‌رویشی برای کنترل پیچک صحرایی قابل مصرف است. فرمولاسیون موجود آن SL 12% و درجه سمیت آن بیش از $5000\frac{mg}{kg}$ است.

۳- **علف‌کش بنتازون (Bentazone) (بازاگران Basagran)**: از گروه بنزوتیادیازون است، علف‌کش تماسی است که از برگ جذب شده، مختصری قابلیت جابه‌جایی از مسیر بازیپتالیک دارد و به‌صورت پس‌رویشی برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ نظیر پنیرک، گاو پنبه، جگن و خردل وحشی در محصولاتی نظیر برنج، سویا، لوبیا، پیاز، نعناع و نخودفرنگی به‌کار می‌رود.

۴- **علف‌کش‌های تدخینی (Fumigantes)**: شامل سمومی نظیر متیل بروماید و متام‌سدیم است که در مورد آن‌ها در سایر بخش‌ها توضیح داده شده است. این سموم علاوه بر خاصیت علف‌کشی، حشره‌کش، قارچ‌کش و نماتدکش نیز می‌باشند و برای ضدعفونی خاک در محیط‌های بسته نظیر گلخانه‌ها به‌کار می‌روند، این سموم موجودات زنده درون خاک را از بین می‌برند و در اراضی کوچک همراه با مالچ پلاستیکی نیز مصرف شده‌اند. مهم‌ترین ترکیبات تدخینی شامل کلروپیکرین، دازومت ، متیل‌بروماید، متیل‌ایزوتیوسیانات و متام‌سدیم می‌باشند.

در این بخش جداولی از علف‌کش‌های مختلف ارائه می‌شود، با تکیه بر سمومی که در کشورمان توصیه شده و در حال مصرف می‌باشند با این هدف که اگر در بخش توضیحات ترکیباتی فراموش شده باشند، کلیاتی از آن‌ها در جداول آورده شود، در ضمن برخی از ترکیبات متفرقه به دلیل تعدد آن‌ها گفته نشده است که به اشاراتی در مورد آن‌ها در جداول اکتفا شده است.

جدول ۱-۲۵ سموم علف‌کش مجاز کشور به همراه مشخصات آن‌ها به ترتیب حروف الفبا

ردیف	نام عمومی علف‌کش	نام تجاری	گروه شیمیایی	فرمولاسیون و درصد ماده مؤثر	LD50 mg/kg	موارد مصرف در چه موارد و مزارعی
۱	آترازین	گزاپریم	تریازین	WP80	1728	علیه پهن‌برگ و کشیده برگ در ذرت
۲	آلاکلر	لاسو	کلرواستانیلید	EC 48	1800	علیه پهن و کشیده برگ در ذرت
۳	آمترین	گزاپاکس	تریازین	WP80	1750	علیه پهن‌برگ‌ها و باریک‌برگ‌ها در نیشکر
۴	آنیلوفوس + اتوکسی سولفورون	سان رایس پلاس	فسفره آلی + سولفونیل اوره	SC 31.5		علیه پهن‌برگ‌ها + سوروف و جگن در برنج

ردیف	نام عمومی علف‌کش	نام تجاری	گروه شیمیایی	فرمولاسیون و درصد ماده مؤثر	LD50 mg/kg	موارد مصرف در چه موارد و مزارعی
۵	آیوکسینیل	توتریل	نیتریل	EC 22.5	110	مبارزه پس‌رویشی با علف‌های هرز میاز
۶	اتال فلورالین	سونالان	نیتروآنیلین	EC 33.3	>5000	در آفتابگردان اختلاط با خاک در لوبیا، پنبه، سویا و کلزا قبل از کاشت
۷	استوکلر	اسنیت و سورپاس	کلرواستانیلید	EC 50 EC 76	2148	قبل از رویش در ذرت
۸	اکسی‌فلورفن	گل Goal	دی فنیل اتر	EC24	>5000	کنترل علف‌های هرز پیاز
۹	اگزادیازون	رونستار	اگزادیازون	SL 12	>5000	علیه علف‌های هرز در برنج و پیاز
۱۰	EPTC مخلوط با Safener	ارادیکان	تیوکاربامات	EC82	2000	علیه علف‌های هرز ذرت، نیشکر، توتون، لوبیا به شکل قبل از کاشت
۱۱	ایمازامتابنزمتیل	آسرت	ایمیدازولینون	SC 25	>5000	علیه چاودار در غلات
۱۲	بروماکسینیل	برومینال پاردنز	هیدروکسی بنزونیتریل	SL 22.5	260	علیه بی‌تی‌راخ و برخی پهن‌برگ‌ها در غلات
۱۳	بنتازون	بازاگران	بنزوتیادیازون	SL48	2060	علیه برخی پهن‌برگ‌ها و جگن‌ها در لوبیا و سویا
۱۴	بنسولفورون متیل	لونداکس	سولفونیل اوره	DF60	>5000	پیش‌رویشی در برنج علیه‌پهن‌برگ‌هاوجگن
۱۵	بوتاکلر	ماچتی	کلرواستانیلید	WP 50 EC 60	<5000 3300	خاک مصرف، انتخابی دربرنج قبل

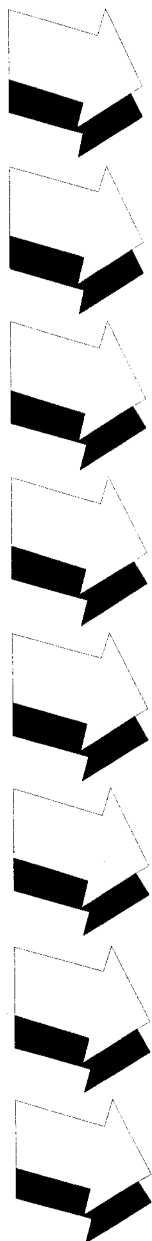
ردیف	نام عمومی علف‌کش	نام تجاری	گروه شیمیایی	فرمولاسیون و درصد ماده مؤثر	LD50 mg/kg	موارد مصرف در چه موارد و مزارعی
						از نشاء تا یک هفته
۱۶	پاراکوات	گراماکسون	بی‌پیریدیلیوم	SL20	150	درختان میوه، مو، سیب‌زمینی، و سایر مزارع به شکل سمپاشی هدایت‌شده
۱۷	پرتیلاکلر	ریفیت	کلرواستانیلید	EC50	6090	کنترل گراس‌ها در برنج به شکل پیش‌رویشی
۱۸	پروپانیل	استام اف 34	آنیلید یا آمیدها	EC36	4000	کنترل سوروف در برنج پس‌رویشی
۱۹	پروپاکوئیزآفوپ	آژیل	اریلوکسی فنوکسی پروبیونیک اسید	EC10	>5000	کنترل گراس‌ها در چغندر قند و سایر محصولات پهن‌برگ
۲۰	پرومترین	گزاگارد	تریازین‌ها	WP80	>2000	پیش‌رویشی در عدس علیه پهن و باریک‌برگ
۲۱	پندی متالین	استامپ	دی نیتروآنیلین	EC 33	2675	پیش از کاشت در پنبه، سویا و پیش‌رویشی در عدس، نخود و...
۲۲	پی پروفوس + 2,4-D	ریلوف اچ	فسفره آلی	EC35	324	علیه علف‌های هرز برنج
۲۳	پیریدات	لنتاگران	فنیل پیریدازین	EC60	>2000	علیه پهن‌برگ‌ها در نخود
۲۴	پیکلورام	توردون کا 22	پیریدینوکاربوکسیلیک اسید	L21.6	>5000	در فرودگاه و اراضی غیرزراعی

ردیف	نام عمومی علف‌کش	نام تجاری	گروه شیمیایی	فرمولاسیون و درصد ماده مؤثر	LD50 mg/kg	موارد مصرف در چه موارد و مزارعی
۲۵	تبوتیورون	تبوسان	اوره	SC50	5000	پیش‌رویشی، خاک مصرف علیه باریک و پهن‌برگ‌ها در نیشکر
۲۶	ترالکوکسیدیم	گراسپ	سیکلوهگزان دیون	SC25	935	علیه یولاف و خونی علف در غلات
۲۷	تربوترین + تریاسولفورون	لگران اکسترا	تریازین- سولفونیل اوره	WG64	2000	اواسط پنبه‌زنی گندم، علیه پهن برگ‌ها و باریک برگ‌ها
۲۸	تری بنورون متیل	گرانستار	سولفونیل اوره	DF75	>5000	علیه پهن‌برگ‌ها در غلات پیش‌رویشی یا زود پس‌رویشی
۲۹	تریفلورالین	ترفلان	نیتروآنیلین	EC48	>10000	علیه باریک و پهن‌برگ‌ها در لوبیا،پنبه، توتون، سویا، کلزا
۳۰	تری‌فلوسولفورون متیل	سافاری	سولفونیل اوره	DF60	>5000	علیه پهن برگ‌ها در چغندرقند
۳۱	MCPA + 2,4-D	یو 46 دی فلوئید یو 46 کمبی فلوئید	آریلوکسی آلکانوئیک اسید	SL72 SL67.5	700 700	علیه پهن برگ‌ها در غلات، برنج، ذرت و اراضی غیرمزروعی
۳۲	تیدیازورون	دراپ	فنیل اوره	WP50	>4000	برگ‌ریز پنبه
۳۳	تیوبنکارب	ساترن	تیوکاربامات	EC50	1300	مبارزه با سوروف در برنج (پیش از کاشت یا نشاء)

ردیف	نام عمومی علف‌کش	نام تجاری	گروه شیمیایی	فرمولاسیون و درصد ماده مؤثر	LD50 mg/kg	موارد مصرف در چه موارد و مزارعی
۳۴	دالاپون	باسفاپون	اسید آلکانوئیک هالوژنه	SP80	970	علیه پهن‌برگ‌ها در درختان میوه سردسیر علیه کشیده‌برگ‌ها در نیشکر + اراضی غیرزراعی
۳۵	دسمدیفام	بتانان آ ام	کاربامات	EC15.7	>9600	علیه تاج خروس در چغندرقند
۳۶	دیفنزوکوات	آونج	دی فنیل پیرازولیوم	SL25	470	در غلات
۳۷	دیکلروپروپ پی + میکروپروپ پی	دوپلوسان سوپر	آریلوکسی آلکانوئیک اسید	SL60	825	علیه پهن‌برگ‌های مقاوم در غلات
۳۸	دی نیترامین	کوبکس	دی نیترو آنیلین	EC25	3000	علیه پهن و باریک‌برگ‌ها در پنبه و سویا
۳۹	دیورون	کارمکس	اوره	WP80	3400	انتخابی- خاک مصرفی پیش‌رویشی درنیشکر، پنبه،غلات
۴۰	ستوکسیدیم سدیم	نابواس	سیکلوهگزان دیون	EC 12.5	3200	علیه گراس‌ها در محصولات پهن‌برگ پیاز، چغندرقند، کلزا
۴۱	سیکلوات	رونیت	تیوکاربامات	EC72.7	2000	علیه گراس‌ها و پهن‌برگ‌ها در چغندرقند و اسفناج
۴۲	سیکلوکسیدیم	فوکوس	سیکلوهگزان دیون	EC 10	5000	کنترل گراس‌ها در پیاز، کلزا

ردیف	نام عمومی علف‌کش	نام تجاری	گروه شیمیایی	فرمولاسیون و درصد ماده مؤثر	LD50 mg/kg	موارد مصرف در چه موارد و مزارعی
۴۳	سینوسولفورن	ستوف	سولفونیل اوره	WG20	>5000	علیه پهن برگ‌ها و جگن در برنج
۴۴	فلم پروپ ام ایزو پروپیل	سافیکس بی دبیلو	آریل آلانین	EC 20	>4000	در غلات
۴۵	فلوآزیفوپ پی بوتیل	فوزیلید	آریلوکسی فنوکسی پروپیونیک اسید	EC 12.5	2451	مبارزه با گراس‌ها در چغندرقند
۴۶	فن مدیفام	بتانال	کاربامات	EC15.7	8000	تماسی برگ مصرف علیه پهن‌برگ‌ها در چغندرقند
۴۷	فن مدیفام + دسمدیفام	بتانال پروگرس آ ام	کاربامات	EC 18	>4000	علیه پهن‌برگ‌ها در چغندرقند
۴۸	فنوکساپروپ پی اتیل + مفن پایر دی اتیل	پومااکسترا	آریلوکسی فنوکسی پروپیونیک اسید	EW 7.5	2357	علیه گراس‌ها در گندم و محصولات پهن برگ
۴۹	کلرتال دیمتیل	داکتال	بنزوئیک اسید	WP 75	<12.5	انتخابی،خاک مصرف علیه سس در یونجه، مو،لوبیا، پیاز و...
۵۰	کلرید ازون	پیرامین	پیرید ازینون	WP80 DF 60	3080	علیه علف‌های هرز چغندر
۵۱	کلودینا فوپ پروپارژیل	تاپیک	آریلوکسی فنوکسی پروپیونیک اسید	EC8	1829	علیه گراس‌ها در گندم
۵۲	کوئیزالوفوپ پی اتیل	تارگاسوپر	آریلوکسی فنوکسی پروپیونیک اسید	EC50	1670	علیه گراس‌ها در چغندرقند و سایر محصولات پهن‌برگ

ردیف	نام عمومی علف‌کش	نام تجاری	گروه شیمیایی	فرمولاسیون و درصد ماده مؤثر	LD50 mg/kg	موارد مصرف در چه موارد و مزارعی
۵۳	گلایفوزیت	رانداپ	فسفونومتیل گلیسین	SL41	4300	علیه علف‌های هرز درختان میوه، مو، مرکبات و اراضی غیرزراعی
۵۴	گلیفوزیت آمونیوم	باستا	فسفونومتیل گلیسین	SL20	4300	علیه علف‌های هرز درختان میوه، مو، مرکبات و اراضی غیرزراعی
۵۵	لینورون	آفالن	اوره	SC 45	1500 -4000	علیه پهن‌برگ‌ها در نخود
۵۶	متامیترون	گلتیکس	تریازینون	WP 70	1800	علیه علف‌های هرز چغندرقند
۵۷	متری بوزین	لکسون	تریازینون	DF 75	1300	علیه باریک‌برگ‌ها در سیب‌زمینی،نیشکر و هویج
۵۸	متری بوزین	سنکور	تریازینون	WP70	1300	علیه باریک‌برگ‌ها در سیب‌زمینی،نیشکر و هویج
۵۹	مولینیت	اردرام	تیوکاربامات	EC 71	450	علیه سوروف در برنج
۶۰	هالوکسی فوپ پی متیل	گالانت سوپر	آریلوکسی فنوکسی پروپیونیک اسید	EC 10.8	623	کنترل گراس‌ها در محصولات پهن برگ، پیاز، چغندرقند و باغ‌های مو
۶۱	هالوکسی فوپ اتوکسی اتیل	گالانت	آریلوکسی فنوکسی پروپیونیک اسید	EC 12.5	518	علیه گراس‌ها در محصولات پهن‌برگ نظیر چغندر و کلزا



بخش چهارم

مجموعه آزمون‌های کارشناسی ارشد
دانشگاه‌های سراسری و آزاد
(۱۳۸۰ - ۱۳۸۸)

فصل بیست‌وششم: آزمون‌های کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی

فصل بیست‌وهفتم: آزمون‌های کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی

فصل بیست‌وهشتم: آزمون‌های کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز

فصل بیست‌ونهم: آزمون‌های کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی

فصل سی‌ام: آزمون‌های کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی- اکولوژیک

فصل بیست‌وششم

آزمون‌های کارشناسی‌ارشد حشره‌شناسی کشاورزی

۱-۲۶ پرسش‌های چهار گزینه‌ای تا سال ۸۸

آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی ۸۰

۱- بیناپاکریل جزء کدام دسته از حشره‌کش‌های آلی است؟

۱- ترکیبات آلی فسفره　　۲- ترکیبات آلی کلره

۳- کاربامات‌ها　　۴- دی‌نیتروفنل‌ها

۲- کدام سم باعث مهار کولین استراز نمی‌شود؟

۱- آمیتراز　　۲- پریمفوس‌متیل　　۳- پروپاکسور　　۴- فسفامیدون

۳- یک لیتر امولسیون 50% اتریمفوس در مخزن 1000 لیتری یک سمپاش ریخته و با آب به حجم می‌رسانند. محلول حاوی چند قسمت در میلیون (ppm) حشره‌کش خالص است؟

۱- 250　　۲- 500　　۳- 1000　　۴- 2000

۴- سمیت کدام‌یک از ترکیبات زیر برای انسان بیشتر است؟

۱- اندوسولفان　　۲- اندرین　　۳- د.د.ت　　۴- کلردان

۵- کدام ویژگی در مورد کنه‌کش تترادیفون درست است؟

۱- سمیت بالایی برای زنبور عسل دارد.

۲- عمدتاً روی کنه‌های بالغ مؤثر است.

۳- عمدتاً روی لارو و تخم کنه‌های اریوفیده مؤثر است.

۴- عمدتاً روی لارو و تخم کنه‌های تترانیکیده مؤثر است.

۶- معنی دقیق Teratogenecity کدام است؟

۱- بد شکلی‌های حاصل شده از دوران رشد و نمو جنینی

۲- غدد سرطانی که در اثر سموم آفت‌کش حاصل می‌شود.

۳- مرگ و میر نوزادان که در اثر باقیمانده سموم در بدن مادر حاصل می‌شود.

۴- تحریک زاد و ولد حشرات در اثر برخی از سموم آفت‌کش

۷- از کدام سم پایروئیدی در کنترل پارازیت‌های خارجی (کنه‌های دامی) استفاده می‌شود؟

۱- پرمترین ۲- دلتامترین ۳- سایپرمترین ۴- فن‌پروپاترین

۸- کدام‌یک از ترکیبات زیر موجب رسوب پروتئین در سلول می‌شود؟

۱- آرسنات سرب ۲- پیرتروم ۳- HCN ۴- H_2S

۹- کدام‌یک از ترکیبات زیر دارای فلوئور می‌باشد؟

۱- سبز پاریس ۲- کریولیت ۳- محلول بردو ۴- محلول کالیفرنی

۱۰- کدام گروه از سموم معدنی آفت‌کش بیشتر از بقیه مصرف می‌شود؟

۱- سموم آرسنیکی ۲- ترکیبات گوگرد ۳- ترکیبات تالیوم ۴- فسفر دوزنگ

۱۱- سمیت کدام ترکیب برای زنبور عسل کمتر از بقیه است؟

۱- لیندین ۲- فسفامیدون ۳- دیکلروس ۴- اندوسولفان

۱۲- کدام حشره‌کش خاصیت سیستمیک دارد؟

۱- دیمتوات ۲- دیفلوبنزورون ۳- فوزالون ۴- فنیتروتیون

۱۳- یک گیاه آلوده به لارو حشره آفت و کنه است، کدام ترکیب برای کنترل آلودگی ارجح است؟

۱- اتریمفوس ۲- فوزالون ۳- کارباریل ۴- کومافوس

۱۴- برای نفوذ بهتر یک آفت‌کش در برگ می‌توان ....

۱- ساختمان آفت‌کش را تغییر داد.

۲- آفت‌کش را با یک ترکیب سیستمیک مخلوط کرد.

۳- آفت‌کش را به‌صورت دودزا فرموله کرد.

۴- فرمولاسیون آفت‌کش را تغییر داد.

۱۵- کدام‌یک از ترکیبات کلره پایین‌ترین سمیت را برای پستانداران دارد؟

۱- اندوسولفان ۲- دایکوفول ۳- متوکسی‌کلر ۴- لیندین

آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی ۸۱

۱۶- اگر در یک مزرعه 10 هکتاری 200 کیلوگرم از یک حشره‌کش دانه‌ای یا گرانول (G5.2%) به‌کار رود، مقدار ماده مؤثر مورد استفاده در آن مزرعه بر حسب گرم در هکتار چقدر خواهد بود؟

۱- 50　۲- 500　۳- 5000　۴- 50000

۱۷- اگر در هر گرم از ماده غذایی 0.2 میکروگرم از یک ترکیب سمی وجود داشته باشد این مقدار بر حسب ppm عبارت است از:

۱- 2×10^{-1}ppm　۲- 2×10^{-2}ppm　۳- 2×10^{-3}ppm　۴- 2×10^{-4}ppm

۱۸- کدام یک از ترکیبات زیر علاوه بر خاصیت حشره‌کشی خاصیت نماتدکشی نیز دارد؟

۱- اندوسولفان　۲- آلدیکارب　۳- آزینفوس‌متیل　۴- کارباریل

۱۹- مصرف آزینفوس متیل در کدام‌یک از مزارع زیر مورد توصیه نیست؟

۱- پسته　۲- پنبه　۳- خیار　۴- سیب

۲۰- کدام‌یک از کنه‌کش‌های زیر خاصیت حشره‌کشی ندارد؟

۱- آمیتراز　۲- بنزوکسیمیت　۳- اتیون　۴- فن‌پروپاترین

۲۱- استفاده از کدام نوع فرمولاسیون حداقل خطر را برای محیط زیست و موجودات زنده دارد؟

۱- F　۲- EC　۳- GR　۴- WP

۲۲- پایرترین‌ها از جمله سمومی هستند که .... به دست می‌آیند.

۱- از ریشه بعضی گیاهان خانواده Legominosae

۲- از گل‌های خشک بعضی گل‌های داوودی

۳- از ساق و برگ بعضی از گیاهان Legominosae

۴- از ریشه بعضی از گیاهان خانواده Compositae

۲۳- کدام‌یک از ترکیبات زیر جزء جونده‌کش‌های Anticoagulant است؟

۱- راکومین 57　۲- Antu　۳- کاستریکس　۴- فلئوروواستات

۲۴- کدام آفت‌کش زیر جهت استفاده در کنترل تلفیقی آفات مناسب نیست؟

۱- اندوسولفان　۲- پیریمیکارب

۳- فوزالون　۴- مونوکروتوفوس

۲۵- فشار بخار کدام‌یک از سموم زیر از بقیه بیشتر است؟

۱- پاراتیون ۲- دیازینون ۳- متاسیستوکس ۴- دایکلوس

۲۶- کدام‌یک از موارد زیر در مورد پایرتروئیدهای طبیعی صدق نمی‌کند؟

۱- دارای خاصیت ناکداون هستند.

۲- اثر آن‌ها از طریق گوارش خوب است.

۳- در طبیعت از دوام کمی برخوردارند.

۴- در سیستم بدن موجودات زنده اکسیده شده و به فرم غیر سمی در می‌آید.

۲۷- نحوه عمل حشره‌کش پایمتروزین چگونه است؟

۱- بازدارنده تغذیه ۲- دور کننده

۳- مختل کننده سنتز کیتین ۴- مختل کننده جریانات عصبی

۲۸- دی‌نیتروفنل‌ها با .... باعث مرگ حشرات می‌شوند.

۱- اختلال در انتقال جریان عصبی ۲- اختلال در تولید انرژی

۳- مهار کردن آنزیم کولین‌استراز ۴- رسوب دادن پروتئین

۲۹- تریفلوموران جزءکدام گروه از حشره‌کش‌ها می‌باشد؟

۱- تشدید کننده اثر JH ۲- مختل کننده سنتز کیتین

۳- مهار کننده هورمون‌های جوانی ۴- مختل کننده اکدایسون

۳۰- اگر فرض شود یک بوته خیار در سمپاشی با امولسیون 1.5 در هزار Ec 60 یک حشره‌کش کلاً 12 میلی‌لیتر محلول دریافت کند مقدار ماده مؤثر قرار گرفته روی این بوته چند میلی‌گرم است؟

۱- 7.2 ۲- 8 ۳- 10.8 ۴- 18

آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی ۸۲

۳۱- کدام یک از سموم زیر بسیار سمی بوده و جزء سموم ابرسمی می‌باشد؟

۱- آلدیکارپ ۲- دلتامترین ۳- فسفامیدون ۴- فوزالون

۳۲- اگر در هر لیتر آب استخر ماهی به ابعاد ($2\times10\times2$ متر) مقدار 200 میکروگرم از یک آفت‌کش موجود باشد، غلظت آن بر حسب ppm چقدر است؟

۱- 0.2 ۲- 0.02 ۳- 0.002 ۴- 0.0002

۳۳-برای تهیه 200 لیتر امولسیون به غلظت 250 ppm (بر مبنای ماده مؤثر) چه مقدار از یک حشره‌کش EC 25 مورد نیاز است؟

۱- 20 Ml ۲- 50 Ml ۳- 200 Ml ۴- 2000 Ml

۳۴- در کشور ما حشره‌کش آمیتراز برای کنترل کدام آفت پنبه توصیه می‌شود؟

۱- سن سبز ۲- سرخرطومی ۳- کرم غوزه ۴- عسلک

۳۵-دینوکاپ (Dinocap) جزء کدام‌یک از ترکیبات زیر می‌باشد؟

۱- حشره‌کش‌ها ۲- حلزون‌کش‌ها ۳- موش‌کش‌ها ۴- کنه‌کش‌ها

۳۶- کدام ترکیب با عمل هورمون جوانی منجر به مرگ حشره می‌شود؟

۱- Fenoxycarb ۲- Methiocarb ۳- Primicarb ۴- Thiodicarb

۳۷-قرار گرفتن یک گروه (OH^-) در کربن اتصال دهنده دو حلقه فنیل در د.د.ت و ترکیبات مشابه آن منجر به:

۱- افزایش خاصیت کنه‌کشی ترکیب می‌شود.

۲- افزایش سمیت حاد آن‌ها برای پستانداران می‌شود.

۳- افزایش خاصیت حشره‌کشی ترکیب می‌شود.

۴- افزایش خاصیت کنه‌کشی و حشره‌کشی می‌شود.

۳۸-یکی از مشخصات ترکیبات سیستمیک ....

۱- بالا بودن LD50 آن‌هاست.

۲- حل شدن نسبی آن‌ها در آب است.

۳- حلالیت بیشتر آن‌ها در چربی نسبت به آب است.

۴- بالا بودن فشار بخار آن‌هاست.

۳۹- فن‌پروپاترین با نام تجاری دانیتول جزء کدام دسته از سموم می‌باشد؟

۱- پیرتروئیدها ۲- فسفره ۳- کاربامات ۴- کلره

۴۰-فلوفنوکسوران مشابه کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر عمل می‌کند؟

۱- پایمتروزین ۲- دایفلوبنزرون

۳- متوپرون ۴- هالوفنوزاید

۴۱- نحوه اثر Imidacloprid با کدام‌یک بیشتر تفاوت دارد؟

۱- Acetamiprid ۲- Cartap ۳- Nicotin ۴- Pymetrozin

۴۲- کدام‌یک از ترکیبات زیر حشره‌کش انتخابی با اثر سریع و خاصیت تدخینی می‌باشد؟

۱- اکسی‌دمتیون‌متیل ۲- پریمیکارپ ۳- فوزاولن ۴- فسفامیدون

۴۳- کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر خاصیت تنک کنندگی میوه نیز دارد؟

۱- پروپاکسور ۲- دیازینون ۳- کارباریل ۴- کاربوفوران

۴۴- در کدام‌یک از فرمولاسیون‌های زیر ماده تکنیکال در آب محلول است؟

۱- F ۲- EC ۳- WP ۴- SP

۴۵- کدام‌یک از کنه‌کش‌های زیر روی کنه‌های بالغ اثر کشندگی کمتری دارد؟

۱- بیناپاکریل ۲- دیکوفول ۳- تترادیفون ۴- سی‌هگزاتیون

آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی ۸۳

۴۶- آمیتراز کار کدام مولکول زیر را مختل می‌کند؟

۱- استیل‌کولین ۲- اکتوپامین ۳- کولین‌استراز ۴- گلوتامین

۴۷- کدام کنه‌کش برای کنترل مراحل اولیه رشدی کنه قرمز اروپایی بیشتر توصیه می‌شود؟

۱- تترادیفون ۲- بروموپروپیلات ۳- فن‌پروپاترین ۴- بنزوکسی‌میت

۴۸- کدام ترکیب زیر برای کنترل موریانه مناسب است؟

۱- فسفامیدون ۲- فنیتروتیون ۳- کلرپایریفوس ۴- مالاتیون

۴۹- کدام گزینه صحیح است؟

۱- یک ماده مؤثر را به چند روش می‌توان فرموله کرد.

۲- یک ماده مؤثر را تنها به یک صورت می‌توان فرموله کرد.

۳- ماده مؤثر مایع را فقط می‌توان به صورت مایع فرموله کرد.

۴- ماده مؤثر جامد را فقط می‌توان به صورت جامد فرموله کرد.

۵۰- چند گرم پودر تالک به فرمولاسیون 50 WP یک حشره‌کش اضافه کنیم تا 2 کیلوگرم پودر با 2.5% ماده مؤثر به‌دست آید؟

۱- 1800 ۲- 1850 ۳- 1900 ۴- 1950

۵۱- .... فقط یک کنه‌کش بوده و دارای خاصیت حشره‌کشی نمی‌باشد.

۱- آبامکتین ۲- آمیتراز

۳- فن‌پروپاترین ۴- فن‌پایروکسیمیت

۵۲- کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر جزء سموم عصبی نمی‌باشد؟

۱- پرمترین ۲- فن‌پروپاترین ۳- متوکسی‌کلر ۴- متوپرن

۵۳- کدام‌یک از ترکیبات زیر در ساختمان خود فاقد بنیان هتروسیکلیک می‌باشد؟

۱- اتیون ۲- اتریمفوس ۳- فوزالن ۴- کلرپایریفوس

۵۴- دوام کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر در محیط زیست بیشتر است؟

۱- متوکسی‌کلر ۲- فلوئوروآلومینات‌سدیم

۳- اتریمفوس ۴- اندوسولفان

۵۵- کدام حشره‌کش ضمن خاصیت حلزون‌کشی، تنک‌کنندگی سیب را نیز دارا می‌باشد؟

۱- پروپاکسور ۲- کارباریل ۳- تیودیکارب ۴- کاربوفوران

۵۶- به چه علت مالاتیون برای حشرات بسیار کشنده و برای پستانداران خطر کمتری دارد؟

۱- زیرا فعالیت آنزیم MFO در حشرات کمتر می‌باشد.

۲- زیرا فعالیت آنزیم MFO در پستانداران بیشتر از حشرات است.

۳- زیرا فعالیت آنزیم کربوکسی‌استراز در پستانداران کمتر از حشرات است.

۴- زیرا فعالیت آنزیم کربوکسی‌استراز در پستانداران بسیار زیادتر است.

۵۷- در موقع پاشیدن گردهای پاشیدنی (Dusts) روی گیاهان به منظور جلوگیری از برده شدن (Drift) آن‌ها به مزرعه اطراف معمولاً ....

۱- 1.5 تا 2 درصد مواد امولسیون کننده به آن‌ها اضافه می‌کنند.

۲- 3 تا 5 درصد روغن معدنی به آن‌ها اضافه می‌کنند.

۳- 3 تا 5 درصد خاک رس به آن اضافه می‌کنند.

۴- 5 تا 15 درصد روغن معدنی به آن‌ها اضافه می‌کنند.

۵۸- اکتوسین - سی از جمله موش‌کش‌های .... است.

۱- ضدانعقادی ۲- معدنی ۳- نباتی ۴- غیرآلی

۵۹- محل تأثیر سم نیکوتین کدام ناحیه از سیستم عصبی است؟

۱- آکسون ۲- پس‌سیناپس

۳- سیناپس ۴- وزیکول‌های پیش‌سیناپسی

۶۰- کدام‌یک از ترکیبات زیر جزء فومیگانت‌ها می‌باشد؟

۱- اتیلن‌دی‌کلراید ۲- برودیفاکوم ۳- دیکوفول ۴- متیوکارب

آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی ۸۴

۶۱- واژه Chemigation دارای چه مفهومی است؟

۱- نوعی واکنش شیمیایی
۲- استفاده از مواد شیمیایی زیان‌آور
۳- کاربرد مواد شیمیایی از طریق آبیاری
۴- استفاده از مواد شیمیایی تدخینی

۶۲- Secondary Resistance چگونه مقاومتی است؟

۱- Immunity
۲- Non-Preference Resistance
۳- Antibiosis Resistance
۴- Tolerance Resistance

۶۳-از بین حشره‌کش‌های زیر کدام‌یک روی بال‌پولکداران مؤثرتر از بقیه است؟

۱- ایندوکساکارب ۲- پیریمیکارب ۳- پروپاکسور ۴- آلدیکارب

۶۴- در کدام مورد زیر باید از توصیه پروپارژیت خودداری کرد؟

۱- کنه تار عنکبوتی روی پنبه
۲- کنه تار عنکبوتی روی سویا
۳- کنه قرمز اروپایی روی سیب
۴- کنه قرمز اروپایی روی گلابی

۶۵-ساختمان فنیتروتیون به کدام حشره‌کش زیر شباهت بیشتری دارد؟

۱- تری‌کلروفن ۲- دیازینون ۳- پاراتیون ۴- تری‌کلروفن

۶۶- چند میلی‌لیتر از ایمیداکلپرید 35% را در 20 لیتر آب باید ریخت تا محلول 0.4 در هزار ماده مؤثر ساخته شود؟

۱- 1.4 ۲- 2.3 ۳- 14 ۴- 23

۶۷-در امولسیون وارونه فاز معلق کدام است؟

۱- آب ۲- روغن ۳- حلال ۴- ماده امولسیون کننده

۶۸-کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر منشأ طبیعی دارد؟

۱- اسپنوساد (Spinosad)
۲- پرمترین (Permethrin)
۳- دایفلوبنزرون (Diflubenzuron)
۴- تبوفنوزاید (Tebufenozide)

۶۹- اگر در کالیبره کردن یک سمپاش، برای یک سطح 20 متر مربعی 10 لیتر آب مصرف شده باشد و از یک حشره‌کش EC 20 به میزان 2 لیتر (ماده فرموله شده) به ازای هر هکتار توصیه شده باشد، غلظت امولسیون سمی پاشیده شده در مزرعه بر مبنای ماده مؤثر چند ppm خواهد بود؟

۱- 80 ۲- 400 ۳- 800 ۴- 4000

۷۰-موقع استفاده از فرمولاسیون‌های .... برای جلوگیری از ته‌نشین شدن نیاز به بهم زده شدن مرتب مایع سمی می‌باشد.

۱- مایعات امولسیون شونده ۲- پودرهای قابل حل در آب

۳- سوسپانسیون‌های کلوئیدی ۴- مایعات قابل حل در آب

۷۱-نحوه عمل کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر متفاوت از سه ترکیب دیگر است؟

۱- آلدیکارب ۲- تریکلروفن ۳- پیریمیکارب ۴- فنوکسی‌کارب

۷۲-بیورسمترین (Bioresemthrin) برای کدام‌یک از آفات نام‌برده زیر توصیه شده است؟

۱- کرم غوزه پنبه ۲- حشرات خانگی

۳- شته توتون ۴- مینوز لکه گرد درختان میوه

۷۳- دی‌اتیل‌تولوآمید (Diethyltoloamide) یک .... است.

۱- برگ ریز گیاه ۲- دافع حشره ۳- جلب کننده حشره ۴- کند کننده رشد گیاه

۷۴-تمیک (Temik) جزء کدام‌یک از گروه‌های زیر است؟

۱- اوکسیم‌ها ۲- فنیل‌کاربامات‌ها

۳- هتروسیکلیک‌دی‌متیل‌کاربامات‌ها ۴- هتروسیکلیک‌متیل‌کاربامات‌ها

۷۵-کدام‌یک از ترکیبات زیر از اختلاط دو ترکیب مختلف به‌دست آمده است؟

۱- وارفارین ۲- برومادیالون ۳- کوماتترالیل ۴- اکتوسین - سی

۷۶-کدام‌یک از ترکیبات زیر جزء حلزون‌کش‌ها می‌باشد؟

۱- آلدیکارب ۲- پیریمیکارب ۳- تیودیکارب ۴- متیوکارب

۷۷- از کنه‌کش‌های زیر کدام یک دوام بیشتری دارد؟

۱- چینومتیونات ۲- کلوفنتزین ۳- فن‌بوتاتین‌اوکساید ۴- هگزی‌تیازوکس

۷۸-کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر از لحاظ گروه شیمیایی جزء بنزوئیل اوره‌ها محسوب می‌شود؟

۱- اتیون ۲- آمیتراز ۳- دی‌فلوبنزرون ۴- دای‌برم

<u>آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی ۸۵</u>

۷۹- Apholate چیست؟

۱- ضد تغذیه ۲- دور کننده شیمیایی ۳- فرمون ۴- عقیم کننده شیمیایی

۸۰- کدام‌یک از سموم زیر پس از متابولیسم در بدن موجودات بـه دی‌کلـروس (Dichlorvos) که سمیت بیشتری دارد، تبدیل می‌شود؟

۱- Dicrotophos ۲- Dimefox ۳- Malathion ۴- Trichlorofon

۸۱- Sevin جزء کدام‌یک از گروه‌های زیر است؟

۱- Naphthylcarbamates ۲- Phenylcarbamates

۳- Heterocyclic Dimethylcarbamats ۴- Heterocyclic Methylcarbamates

۸۲- کدام ترکیب زیر دور کننده پرندگان است؟

۱- آزودرین ۲- آلدرین ۳- دیلدرین ۴- متابوکارب

۸۳- کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر جزء سموم عصبی نمی‌باشد؟

۱- ایندوکساکارب ۲- امیداکلوپرید ۳- پایریپروکسی‌فن ۴- فیپرونل

۸۴- کدام کنه‌کش علاوه بر اثر کنه‌کشی، روی شته‌ها، سفید بالک‌ها و پسیل‌ها نیز مؤثر است؟

۱- آمیتراز ۲- بنزوکسیمیت ۳- کلوفنتزین ۴- هگزی‌تیازوکس

۸۵- پریمیکارپ (Pirimicarp) یک .... است.

۱- Acaricide ۲- Aphicide ۳- Nematicide ۴- Fungicide

۸۶- کدام ترکیب زیر از گروه آلکالوئیدها نیست؟

۱- آنابازین ۲- آتروپین ۳- پیرترین ۴- نیکوتین

۸۷- از کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر برای کنترل شته‌ها، تریپس‌ها و آفات طوقه بر به‌صورت تیمار بذر استفاده می‌شود؟

۱- بندیوکارب ۲- تیودیکارب ۳- دیمتوات ۴- کارباریل

۸۸- در حال حاضر موارد کاربرد حشره‌کش تیامتوکسام در ایران عبارتند از کنترل ....

۱- آفات بال‌پولکی چغندر و پنبه

۲- آفات خاکزی چغندر و پنبه

۳- حشراتی با قطعات دهانی ساینده در سیب‌زمینی و پنبه

۴- ناقلین حشره‌ای بیماری‌های ویروسی سیب‌زمینی و چغندر

۸۹- کدام فرمولاسیون اختلاط یکنواخت‌تر و پایدارتری در آب تشکیل می‌دهد؟

۱- D ۲- EC ۳- WP ۴- WDG

۹۰- برای سم‌پاشی یک باغ، 2.5 لیتر حشره‌کش 60% را در مخزن 1500 لیتری یک سم‌پاش تا نشانه رقیق می‌کنیم. غلظت ماده مؤثر حشره‌کش در محلول چند ppm است؟

۱- 100 ۲- 800 ۳- 1000 ۴- 1500

۹۱- علت سمیت بیشتر روغن‌ها برای گیاهان وقتی که در دماهای بالاتر مورد استفاده قرار می گیرند، چیست؟

۱- تبخیر بیشتر آن‌ها
۲- محلول‌تر شدن بیشتر آن‌ها در آب
۳- ریزتر شدن قطر قطرات پاشیده شده
۴- نفوذ بیشتر و بهتر آن‌ها به بافت‌های گیاهی

۹۲- درختان گلابی نسبت به کدام‌یک از سموم کنه‌کش نام‌برده زیر حساس هستند؟

۱- امایت ۲- آکار ۳- پلیکتران ۴- موروسید

۹۳- آرجیوتاکسین از سموم با منشأ .... می‌باشد که پتانسیل خوبی به عنوان حشره‌کش در آینده دارد.

۱- جانوری ۲- گیاهی ۳- باکتریایی ۴- قارچی

۹۴- کدام‌یک از ترکیبات زیر عمدتاً به عنوان کنه‌کش مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

۱- Acetamiprid ۲- Fenpyroximate ۳- Pymetrozine ۴- Pyriproxifen

آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی ۸۶

۹۵- کدام گروه از آفت‌کش‌های زیر به آفت‌کش‌های نسل سوم معروفند؟

۱- ترکیبات غیرآلی
۲- تنظیم کننده‌های رشد حشرات
۳- بیمارگرهای حشرات
۴- حشره‌کش‌های با منشأ گیاهی

۹۶- در صورتی که در سال فقط یک بار سمپاشی شود و آفت ...... نسل در سال داشته باشد، ظهور مقاومت سریع‌تر است.

۱- یک ۲- دو ۳- سه ۴- چهار

۹۷- سیلیکازل چگونه باعث مرگ حشرات می‌شود؟

۱- خراش دادن کوتیکول حشره موجب از دست دادن آب بدن می‌شود.
۲- با جذب موم کوتیکول حشره باعث از دست دادن آب بدن می‌شوند.
۳- مهار کننده‌آنزیم‌های حاوی یون‌های فلزی هستند.
۴- موجب رسوب پروتئین‌های بدن حشره می‌شوند.

۹۸- DEET متعلق به کدام‌یک از گروه مواد است؟

۱- بازدارنده ۲- جلب کننده ۳- عقیم کننده ۴- دور کننده

۹۹- آنابازین متعلق به کدام گروه از حشره‌کش‌ها است؟

۱- آزادیراکتین ۲- پایرتروئیدها ۳- روتنوئیدها ۴- نیکوتینوئیدها

۱۰۰- مهم‌ترین موش‌کش تند اثر کدام است؟

۱- برادیفاکوم ۲- برومو دیالون ۳- فسفور دو زنگ ۴- وارفارین

۱۰۱- کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر در هوای سرد موجب گیاه‌سوزی در گیاهانی مثل هلو و گیلاس می‌شود؟

۱- اندوسولفان ۲- اکسی‌دیمتون‌متیل ۳- آزینفوس‌متیل ۴- مونوکروتوفوس

۱۰۲- اگر قابلیت حل شدن در آب یک حشره‌کش به میزان 50 گرم در لیتر و میزان محلول بودن آن در حلال‌های آلی متداول در فرموله کردن آفت‌کش‌ها بیشتر از 100 گرم در لیتر نباشد و بخواهیم این حشره‌کش را به‌صورت مایع و با حداقل %30 ماده مؤثر فرموله کنیم، عملی‌ترین فرمولاسیون ممکن برای این حشره‌کش کدام است؟

۱- امولسیون معکوس ۲- سوسپانسیون کلوئیدی

۳- مایع قابل حل در آب ۴- مایع غلیظ امولسیون شونده

۱۰۳- کدام ترکیب زیر برای انسان و دام خطرناک‌تر است؟

۱- پرمترین ۲- دلتامترین ۳- فن پروپاترین ۴- فنوالرات

۱۰۴- دوام کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر در محیط زیست بیشتر است؟

۱- اکسی‌دیمتون‌متیل ۲- پیرمیکارب

۳- مالاتیون ۴- موینفوس

۱۰۵- کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر مختل کننده سنتز کیتین در بندپایان می‌باشد؟

۱- آمیتراز ۲- پایری پروکسیفن ۳- متوپرن ۴- سایرومازین

۱۰۶- کدام‌یک از حشره‌کش‌ها دارای خاصیت ضربتی (ناک‌داون (Knock Down)) سریع است؟

۱- دلتامترین (دسیس) ۲- سایپرمترین (ریبکورد)

۳- سایفلوترین (سولفاک) ۴- فن‌پروپاترین (دانیتول)

۱۰۷- پی‌متروزین چگونه روی شته اثر می‌کند؟

۱- در مکیدن شیره گیاهی اختلال ایجاد می‌کند.

۲- ترکیبی ضد کولین‌استراز است.

۳- در تولید انرژی اختلال ایجاد می‌کند.

۴- در کار هورمون پوست‌اندازی اختلال ایجاد می‌کند.

۱۰۸- کدام کنه‌کش زیر برای کنترل کنه نگار مرکبات توصیه می‌شود؟

۱- فنازاکوین ۲- اسپیرودایکلوفن ۳- هگزی‌تیازوکس ۴- دیکوفول

۱۰۹- کدام آفت کش زیر برای کنترل سفید بالک گلخانه مناسب تر است؟

۱- متوپرن ۲- دیفلوبنزورون ۳- پرمترین ۴- بوپروفزین

۱۱۰- برای تهیه سوسپانسیونی به غلظت 2000 ppm بر مبنای ماده مؤثر از 5 کیلوگرم حشره‌کش WP 50 چند لیتر آب مورد نیاز خواهد بود؟ (جرم ویژه آب و فرمولاسیون حشره‌کش «یک» فرض شود.)

۱- 1245 ۲- 1250 ۳- 2490 ۴- 2500

۱۱۱- در مخلوط کردن یک حشره‌کش که به‌صورت فلوبل (روان‌ریز) خشک می‌باشد احتمال بروز ناسازگاری فیزیکی با کدام‌یک از فرمولاسیون‌های زیر کمترین است؟

۱- امولسیون‌های روغنی ۲- پودر قابل تعلیق در آب

۳- مایعات غلیظ امولسیون شونده ۴- مایعات قابل حل در آب

<u>آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی ۸۷</u>

۱۱۲- روش اصلی انتقال Bt به حشره میزبان چیست؟

۱- انتقال عمودی ۲- نفوذ از طریق جلد

۳- بلعیدن ۴- نفوذ از منافذ تنفسی

۱۱۳- کدام حشره‌کش برای کنترل کرم غوزه توصیه می‌شود؟

۱- ایندوکساکارب ۲- فن‌والرات ۳- فوزالون ۴- فنوکسی‌کارب

۱۱۴- احتمال بروز مقاومت در برابر حشره‌کش‌ها برای کدام آفت زیر بیشتر است؟

۱- شته ۲- سن گندم ۳- کرم طوقه‌بر ۴- ملخ صحرایی

۱۱۵- کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر جزء سموم پس‌سیناپسی <u>نمی‌باشد</u>؟

۱- اسپینوساد ۲- پی‌متروزین ۳- کارتاپ ۴- موسپیلان

۱۱۶- کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر جزء اگزایم کاربامات نمی‌باشد؟

۱- آلدیکارب ۲- پیریمیکارب ۳- آلدوکسی کارب ۴- اگزامیل

۱۱۷- متومیل جزء کدام گروه از حشره‌کش‌ها است؟

۱- بنزوئیل‌فنیل‌اوره‌ای ۲- پایرتروئیدی ۳- پایرولی ۴- کارباماتی

۱۱۸- کدام ترکیب زیر را می‌توان در کنترل تلفیقی آفات مکنده توصیه کرد؟

۱- کلرپایریفوس ۲- مونوکروتوفوس ۳- پی‌متروزین ۴- مالاتیون

۱۱۹- کدام‌یک از ترکیبات بر هم زننده ساخت کیتین، دارای خاصیت کنه‌کشی می‌باشد؟

۱- تری‌فلومورون ۲- تفلوبنزورون ۳- فلوفنوکسورون ۴- هگزافلومورون

۱۲۰- کارتاپ هیدروکلراید در کشور ما برای کنترل .... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱- سرخرطومی یونجه ۲- سرشاخه‌خوار هلو ۳- کرم غوزه پنبه ۴- کرم ساقه‌خوار برنج

۱۲۱- از نظر ساختمان شیمیایی کدام‌یک از ترکیبات زیر دارای گروه ترک کننده حلقوی ناهمگن (هتروسیکلیک) می‌باشد؟

۱- اتریمفوس ۲- پاراتیون ۳- مونوکروتوفوس ۴- فنیتروتیون

۱۲۲- اسپینوساد (Spinosad) از نظر منشأ به کدام‌یک از آفت‌کش‌های زیر نزدیک‌تر است؟

۱- Abamectin ۲- Methoprene ۳- Pyrethrin ۴- Triforine

۱۲۳- کدام‌یک از سموم زیر جزء ترکیبات بازدارنده سنتز کیتین نمی‌باشد؟

۱- هگزافلومورون ۲- کلردایمفرم ۳- بوپروفزین ۴- فلوفنوکسورون

۱۲۴-نحوه تأثیر تیومتوکسام به کدام ترکیب زیر شباهت دارد؟

۱- اندوسولفان ۲- تیودیکارب ۳- نیکوتین ۴- فنوکسی کارب

۱۲۵- کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر جزء سموم عصبی می‌باشد؟

۱- فلوفنوکسورون ۲- فیپرونیل ۳- هایدروپرین ۴- هالوفنوزاید

۱۲۶-نام دیگر فرمولاسیون WDG کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟

۱- F ۲- D ۳- G ۴- WP

۱۲۷- برای تهیه سوسپانسیونی به غلظت 50 mg ai/L روی 5 ml از یک سوسپانسیون غلیظ تهیه شده از یک فرمولاسیون 50 WP، 95 ml آب اضافه شد. غلظت سوسپانسیون غلیظ بر مبنای ماده فرموله شده چند ppm بوده است؟

۱- 4000 ۲- 3000 ۳- 2000 ۴- 1000

آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی ۸۸

۱۲۸- پیریدابن جزء کدام گروه از کنه‌کش‌ها بوده و در ایران علیه کدام‌یک از آفات توصیه شده است؟

۱- تریازینون- کنه قرمز اروپایی ۲- تریازینون- کنه زنگار مرکبات

۳- پیریدازینون- کنه زنگار مرکبات ۴- پیریدازینون- کنه قرمز اروپایی

۱۲۹- کدام‌یک از ترکیبات زیر جزء ترکیبات فوق‌العاده سمی می‌باشد؟

۱- آلدیکارب ۲- پاراتیون ۳- کاربوفوران ۴- DDT

۱۳۰- Envidor جزء کدام گروه از آفت‌کش‌های زیر است؟

۱- دو بال‌کش ۲- حلزون‌کش ۳- کنه‌کش ۴- نماتدکش

۱۳۱- مصرف در هکتار کدام ترکیب زیر کمترین است؟

۱- اکسی‌دیمتون متیل ۲- فیپرونیل ۳- منوکروتوفوس ۴- دیفلوبنزورون

۱۳۲- برای ضدعفونی بذر سیب‌زمینی علیه ناقلین بیماری کدام ترکیب اولویت دارد؟

۱- ایمیداکلوپرید ۲- استامیپرید ۳- تیامتوکسام ۴- تیاکلوپرید

۱۳۳- در ساختار شیمیایی کدام ترکیب زیر گروه سیانو (CN-) وجود ندارد؟

۱- پرمترین ۲- دلتامترین ۳- فنوالرات ۴- فن پروپاترین

۱۳۴- ایندوکساکارب چگونه تأثیر می‌کند؟

۱- بازدارنده سنتز کیتین است. ۲- روی کولین‌استراز مؤثر است.

۳- روی گیرنده‌های استیل‌کولین مؤثر است. ۴- کانال سدیم را می‌بندد.

۱۳۵- کارباریل روی کدام آفت مؤثر نیست؟

۱- حلزون ولیسک ۲- کرم قوزه ۳- کنه‌های گیاهی ۴- کنه‌های حیوانی

۱۳۶- کدام‌یک از ترکیبات زیر دارای منشأ طبیعی نمی‌باشد؟

۱- abamectin ۲- permethrin ۳- pyrethrin ۴- spinosad

۱۳۷- در مخلوط کردن آفت‌کش‌های مختلف با یکدیگر بیشترین احتمال بروز ناسازگاری فیزیکی بین فلوبل‌های خشک و .... وجود دارد.

۱- پودرهای قابل حل در آب ۲- سوسپانسیون‌های کلوئیدی

۳- مایعات قابل حل در آب ۴- مایعات امولسیون شونده (ECها)

۱۳۸-محلول کالیفرنی یا پلی‌سولفور کلسیم از مخلوط کردن .... به‌دست می‌آید.

۱- آهک و گوگرد ۲- سولفات مس و آهک

۳- سولفات کلسیم و گوگرد ۴- سولفات آمونیم و آهک

۱۳۹- Volaton UN مخلوطی از آفت‌کش‌های .... و .... بوده و در ایران علیه .... توصیه شده است.

۱- فاکسیم، پروپکسور، موریانه ۲- فاکسیم، پروپکسور، ملخ مراکشی

۳- فاکسیم، کلر پایریفوس، موریانه ۴- کلر پایریفوس، کلر پایریفوس متیل، موریانه

۱۴۰- گیاهان یک گلخانه آلوده به سفید بالک و کنه هستند. کدام آفت‌کش زیر را برای کنترل آفات توصیه می‌کنید؟

۱- نئورون ۲- تریکلروفون ۳- بوپروفزین ۴- مالاتیون

۱۴۱-برای تهیه 100 میلی‌متر سوسپانسیون به غلظت 40 ppm بر مبنای ماده مؤثر، چند میلی‌متر از سوسپانسیون تهیه شده از یک حشره‌کش 80 wp به غلظت 1000 ppm (بر مبنای ماده فرموله شده) مورد نیاز خواهد بود؟

۱- 4 ۲- 5 ۳- 40 ۴- 50

۱۴۲- کدام‌یک از حشره‌کش‌های مورد توصیه برای کنترل مینوز لکه گرد درختان سیب می‌باشد؟

۱- استامیپرید ۲- ایمیداکلوپرید ۳- ایندوکساکارب ۴- تیامتوکسام

<u>آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۰</u>

۱۴۳-کدام ترکیب زیر مخلوط دو ایزومر سیس و ترانس است؟

۱- دلتامترین ۲- فنوالرات ۳- پرمترین ۴- پیرترین‌یک

۱۴۴-متاپیرین روی کدام گروه مؤثر است؟

۱- بال‌پولکداران ۲- سخت‌بال‌پوشان ۳- کنه‌ها ۴- دوبالان

۱۴۵- ایمیداکلوپراید از نظر محل تأثیر چه نوع حشره‌کشی است؟

۱- سیناپسی ۲- بند سیناپسی ۳- آکسونی ۴- پروتوپلاسمی

۱۴۶-وقتی حشره‌ای با هورمون پوست‌اندازی تیمار می‌شود:

۱- در مرحله تبدیل شدن به شفیره می‌میرد.

۲- در کلیه مراحل رشد از بین می‌رود.

۳- در مرحله تبدیل شدن به حشره کامل از بین می‌رود.

۴- تنها در سنین بالای لاروی از بین می‌رود.

۱۴۷-کدام‌یک از ترکیبات فسفره زیر پایداری بیشتری دارد؟

۱- ترکیبات فسفره هتروسیکلی ۲- ترکیبات فسفره زنجیری

۳- ترکیبات فسفره هموسیکلی ۴- مشتقات فنیل ترکیبات فسفره

۱۴۸- در مدیریت تلفیقی آفات کدام‌یک از ترکیبات زیر را نمی‌توان به‌کار برد؟

۱- فوزالون ۲- دلتامترین ۳- پیریمیکارت ۴- اندوسولفان

۱۴۹- وقتی حشره‌کش فنیتروتیون روی گیاه پاشیده می‌شود ....

۱- به داخل گیاه نفوذ می‌کند. ۲- به داخل گیاه نفوذ نمی‌کند.

۳- در آوند گیاهی منتقل می‌شود. ۴- وارد آوند گیاهی می‌شود.

۱۵۰- معمولاً کدام پارامتر زیر برای نشان دادن سمیت ترکیب مورد استفاده است؟

۱- LD50 تماسی ۲- LD50 پوستی ۳- LD50 تنفسی ۴- LD50 گوارشی

۱۵۱- در ایران احتمال پیدا شدن باقیمانده د.د.ت در خاک مزارع .... بیشتر است.

۱- چغندرقند ۲- گندم ۳- پنبه ۴- برنج

۱۵۲- برای تهیه یک لیتر محلول 50 پی‌پی‌ام یک حشره‌کش چند میلی‌لیتر امولسیون دو در هزار فرمولاسیون 50% حشره‌کش و چند میلی‌لیتر آب لازم است؟

۱- 500 و 500 ۲- 50 و 950 ۳- 950 و 50 ۴- 200 و 800

۱۵۳- گاز فسفین توسط کدام ترکیب زیر آزاد می‌شود؟

۱- آلومینیوم فسفاید ۲- سموم فسفره

۳- فسفات‌ها ۴- داروهای ضدانعقادی

آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۱

۱۵۴- ماده خیس کننده در کدام فرمولاسیون وجود دارد؟

۱- پودر ۲- گرانول ۳- پودر وتابل ۴- امولسیون

۱۵۵- کریستال Bt ....

۱- در روده حشره تجزیه می‌شود. ۲- در روده حشره فعال می‌شود.

۳- یک حشره‌کش تماسی است. ۴- احتیاج به فعال شدن ندارد.

۱۵۶- تأثیر کدام‌یک از ترکیبات زیر روی اعصاب پستانداران عکس تأثیر حشره‌کش‌های فسفره است؟

۱- آتروپین ۲- باربی‌تورات ۳- پرمنگنات پتاسیم ۴- کاربامات‌ها

۱۵۷- نیکوتین چه خاصیتی دارد؟

۱- تماسی پایدار ۲- سیستمیک پایدار ۳- سیستمیک کم‌دوام ۴- تماسی و کم‌دوام

۱۵۸- طعمه مسموم مناسبی که علیه کرم طوقه بر مصرف می‌شود شامل .... است.

۱- لیندین و گندم ۲- لیندین و سبوس گندم

۳- کارباریل و سبوس برنج ۴- لیندین و سبوس برنج

۱۵۹- کدام حشره‌کش شباهت بیشتری به متاسیستوکس دارد؟

۱- دازینون ۲- مالاتیون ۳- تیومتون ۴- دیمتوات

۱۶۰- کدام ترکیب روی نرم‌تنان مؤثر است؟

۱- متایوکارب ۲- پروفنوفوس ۳- دلتامترین ۴- پیریمیکارب

۱۶۱- کدام حشره‌کش برای کنترل شته روی خیار مناسب‌تر است؟

۱- فوزالون ۲- آزینفوس‌متیل ۳- هپتنوفوس ۴- اندوسولفان

۱۶۲- کدام ترکیب زیر خاصیت کنه‌کشی دارد؟

۱- پیرترین ۲- پرمترین ۳- رزمترین ۴- فن‌پروپاترین

۱۶۳- فنیتروتیون چگونه حشره‌کشی است؟

۱- تماسی ۲- سیستمیک ۳- تماسی سیستمیک ۴- تنفسی

<u>آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۲</u>

۱۶۴- ماده مؤثر کدام فرمولاسیون زیر کمتر است؟

۱- پودر ۲- پودر وتابل

۳- ماده غلیظ امولسیون شونده ۴- پودر حل شونده

۱۶۵- کدام حشره‌کش زیر پایداری بیشتری دارد؟

۱- مالاتیون ۲- هپتوفوس ۳- آزنیفوس‌متیل ۴- پرمترین

۱۶۶- خاصیت حشره‌کشی کدام ترکیب وقتی با روغن مخلوط شود افزایش بیشتری می‌یابد؟

۱- اندوسولفان ۲- اتیون ۳- کارباریل ۴- تریکلروفن

۱۶۷- سزامکس یک .... است.

۱- ترکیب پایروتروئیدی ۲- آفت‌کشی میکروبی

۳- کاهش دهنده کشش سطحی ۴- ماده تشدید کننده

۱۶۸- یک امولسیون 50% را به نسبت یک در هزار با آب مخلوط کرده‌ایم. محلول حاوی چند قسمت در میلیون ماده مؤثر است؟

۱- 1000 ۲- 500 ۳- 250 ۴- 10000

۱۶۹- محل تأثیر ترکیبات پایروتروئیدی کدام است؟

۱- استیل‌کولین ۲- کولین‌استراز

۳- غلاف سلول‌های عصبی ۴- اکتوپامین

۱۷۰- دی‌متوات روی کدام‌یک از گیاهان زیر ایجاد سوختگی می‌کند؟

۱- بادمجان ۲- سیب ۳- گلابی ۴- زردآلو

۱۷۱- کدام ترکیب زیر روی حشرات مکنده مؤثر است؟

۱- ایمیداکلوپرید ۲- اتریمفوس ۳- فنیتروتیون ۴- دیازینون

۱۷۲- حلزون‌کش‌ها عمدتاً متعلق به کدام گروه هستند؟

۱- فسفره‌ها ۲- کاربامات‌ها ۳- کلره‌ها ۴- فرمامیدین‌ها

۱۷۳- ویتامین k پادزهر کدام ترکیب است؟

۱- ترکیبات کلره ۲- فسفوردوزنگ ۳- ترکیبات فسفره ۴- برادیفاکوم

<u>آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۳</u>

۱۷۴- کدام‌یک از آفت‌کش‌های زیر از راه منافذ تنفسی وارد بدن حشره می‌شوند؟

۱- روغن‌ها ۲- ترکیبات گازی ۳- دی‌نیتروفنل‌ها ۴- ترکیبات آلی قلع

۱۷۵- کدام فرمولاسیون را بدون رقیق کردن با آب می‌توان برای سمپاشی استفاده کرد؟

۱- EC ۲- DF ۳- WP ۴- ULV

۱۷۶- اثر ضربه‌ای از خواص کدام حشره‌کش زیر است؟

۱- پیرترین ۲- د.د.واب ۳- آلدیکارب ۴- کارتاپ

۱۷۷- در هنگام مسمومیت حشره‌کش‌های فسفره و کاربامات باعث چه چیزی می‌شوند؟

۱- شکسته شدن استیل‌کولین
۲- تجمع کولین‌استراز
۳- تجمع استیل‌کولین
۴- جلوگیری از آزاد شدن استیل‌کولین

۱۷۸- محلول 1.5 در هزار 46% حاوی چند قسمت در میلیون حشره‌کش خالص است؟

۱- 810 ۲- 540 ۳- 460 ۴- 690

۱۷۹- کدام گروه از حشره‌کش‌ها از بقیه پایدارترند؟

۱- کلره ۲- فسفره ۳- کاربامات ۴- پایرتروئیدی

۱۸۰- دیفلوبنزورون در چه مرحله‌ای از زندگی حشره بیشتر مؤثر است؟

۱- لاروسن آخر ۲- سنین پایین لاروی ۳- شفیره ۴- حشره کامل

۱۸۱- حشره‌کش .... نامناسب و .... مناسب برای کاربرد در مدیریت تلفیقی آفات است.

۱- مالاتیون- مونوکروتوفوس
۲- فوزالون- مالاتیون
۳- مالاتیون- فوزالون
۴- مالاتیون- دیازینون

۱۸۲- کدام کنه‌کش را برای کنترل کنه قرمز اروپایی مناسب‌تر می‌دانید؟

۱- کلوفنتزین ۲- آزوسیکلوتین ۳- ترادیفون ۴- گوگرد

۱۸۳- موش مسموم با برادیفاکوم به چه علت می‌میرد؟

۱- تشکیل PH_3 در معده جانور
۲- تشکیل اسید در معده جانور
۳- مهار شدن آنزیم‌های بدن
۴- خونریزی در اندام‌های حیاتی داخلی

<u>آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی۸۴</u>

۱۸۴- یکی از مواد اصلی که اختلاط امولیسون‌های غلیظ با آب را ممکن می‌سازد چه نام دارد؟

۱- فرمولاسیون
۲- امولسیون
۳- مواد تکنیکال
۴- سوسپانسیون

۱۸۵- در سمپاشی با حجم فوق‌العاده کم (ULV) حداکثر چند لیتر محلول سمی در هکتار مصرف می‌شود؟

۱- 10 ۲- 20 ۳- 50 ۴- 4

۱۸۶-حشره‌کش‌های سیکلودین روی .... تأثیر گذاشته و موجب عدم تعادل .... می‌شوند.

۱- سلول‌های عصبی، یون‌های سدیم و پتاسیم ۲- دستگاه گوارش، آب بدن

۳- دستگاه دفع، املاح مختلف در بدن ۴- دستگاه گردش خون، ضربان قلب

۱۸۷- حشره‌کش‌های فسفره هنگام ورود به بدن روی دستگاه عصبی اثر گذاشته و در فاصله .... از کار آنزیم .... جلوگیری می‌کنند که موجب تشنج و مرگ می‌شوند.

۱- بین کوتیکول هیپودرم، کیتیناز ۲- سیناپس، کلین استراز

۳- بین سلولی، پروتئاز ۴- بین تاندون‌های ماهیچه‌ای، لیپاز

۱۸۸- در بین چهار گروه آفت‌کش‌های کلره فسفره، کارباماتی و کومارینی مکانیزم اثر کدام دو گروه با هم مشابه است؟

۱- کلره و کارباماتی ۲- کلره و فسفره ۳- فسفره و کارباماتی ۴- فسفره و کومارینی

۱۸۹- در گروه‌بندی سمیت آفت‌کش‌ها، کدام گروه در زمره خطرناک‌ترین گروه قرار دارند؟

۱- میتل‌پاراتیون، مونوکروتوفوس ۲- آلدیکارب، تمیک

۳- آزین‌فوس‌متیل، دیازینون ۴- دی‌متواب، فنتیون

۱۹۰- یک ماده شیمیایی که به حشره‌کش معینی اضافه می‌شود تا کیفیت حشره‌کشی آن‌را افزایش دهد چه نام دارد؟

۱- Synergist ۲- Toxicant ۳- Adjuvant ۴- Diluent

۱۹۱- فرض کنید برای سمپاشی یک مزرعه پنبه مواد و اطلاعات زیر وجود دارد:

سم موجود: Malathion EC50%، میزان سم مصرفی: 2kg ai/ha، نوع سمپاش: موتوری پشتی، میزان آب مصرفی 250 l/ha، ظرفیت مخزن سمپاش: 10 l. چند سی‌سی از سم موجود باید در یک مخزن سمپاش ریخته شود تا آماده سمپاشی شود؟

۱- 320 ۲- 100 ۳- 640 ۴- 160

آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۵

۱۹۲- در روش کنترل شیمیایی علیه Diaspididae، برای اطمینان از تأثیر آفت‌کش‌ها سمپاشی باید به کدام روش انجام شود؟

۱- به مجرد تفریخ 60%-75% تخم‌ها و هم زمان با فعالیت Crawlerها انجام شود.

۲- پس از تشکیل سپرها و قبل از تخم‌ریزی ماده‌ها

۳- پس از تبیت پوره‌ها و تشکیل سپرهای پورگی

۴- به مجرد ظهور و پرواز حشرات نر بالدار

۱۹۳- در اندازه‌گیری بقایای فوزالن در روی 350 گره از میوه‌های سیب مقدار 500 میکروگرم سم جداسازی شد. میزان بقایای سم در روی سیب بر حسب ppm چقدر است؟

۱- 5 ۲- 2 ۳- 4 ۴- 8

۱۹۴- در سمپاشی که مزرعه غلات به مساحت 2 هکتار که با سمپاش موتوری پشتی انجام گرفت مقدار 500 لیتر محلول سمی به نسبت 8 در هزار (مخلوط با آب) از امولسیون 60% دیازینون مصرف شد. میزان مصرف ماده مؤثر سم و نیز امولسیون 60% بر حسب کیلوگرم در هکتار چقدر است؟

۱- 2.4 و 2 ۲- 0.6 و 1 ۳- 1.8 و 3 ۴- 1.2 و 2

۱۹۵- سابادیلا (Sabadilla) چیست؟

۱- نوعی سم گیاهی است که از گیاهان خانواده زنبق استخراج می‌شود.

۲- از سموم فسفره‌آلی است که خاصیت نفوذپذیری زیادی در بافت‌های گیاهی دارد.

۳- از سموم سیستمیک (Systemic) کارباماتی است.

۴- از جونده‌کش‌هایی است که پس از خورده شدن توسط جوندگان مانع لخته شدن خون آن‌ها می‌شود.

۱۹۶- موادی که خاصیت حشره‌کشی ندارند ولی هنگامی که با حشره‌کش‌های معینی مخلوط شوند موجب تشدید اثر حشره‌کش‌ها می‌شوند، چه نام دارند؟

۱- Emulcifier ۲- Synergists or Activators

۳- Wetting Agents ۴- Surfactants

۱۹۷- گرانول‌ها (Granules) عبارتند از:

۱- سمومی که به صورت پودر عرضه می‌شوند و در اثر حل شدن در آب ایجاد سوسپانسیون ناپایدار می‌کنند.

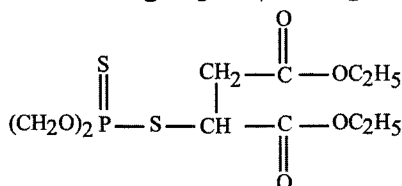
۲- محلول یک آفت‌کش در روغن که به‌صورت قطرات ریز در آمده و با لایه نازکی از ماده امولسیون کننده پوشیده شده‌اند.

۳- سمومی که به صورت ذرات ریز به قطر 0.25 تا 1.5 میلی‌لیتر برای مصرف در خاک علیه آفات

خاکزی به کار می‌روند.

۴- سمومی که در آن‌ها قطرات کوچک مایع آفت‌کش در قطرات بزرگ روغن احاطه شده‌اند.

۱۹۸- فرمول شیمیایی زیر متعلق به کدام حشره‌کش است؟



۱- Diazinon ۲- Parathion ۳- Metasystox ۴- Malathion

۱۹۹- سم شیمیایی میکروبی جدید با منشأ طبیعی که از کشت‌های میکروب تولید می‌شود و دارای اثر فلج کنندگی روی نماتدها، کنه‌ها، حشرات مکنده و غیره می‌باشد، کدام است؟

۱- Pymtrozine ۲- Chlorofensulfide

۳- Avermectine ۴- Dinobuton

۲۰۰- ماده جلب کننده تغذیه‌ای برای مگس‌های میوه از خانواده Tephritidae کدام است؟

۱- Disparlure ۲- Methyl Eugenol ۳- Grandlure ۴- Gossyplure

۲۰۱- ماده دور کننده شیمیایی که برای دور کردن انواع پشه‌ها به‌کار می‌رود، کدام است؟

۱- Dimethyl Phtalate ۲- Dibuthyl Phtalate

۳- Naphthalene ۴- Acetanilid

۲۰۲- در فرمولاسیون آفت‌کش‌ها، ULV با کدام تعریف مطابقت دارد؟

۱- سوسپانسیون قطرات ریز یک مایع با ذرات ریز یک آفت‌کش جامد در هوا می‌باشد.

۲- ترکیباتی که به‌سهولت به‌صورت گاز در می‌آیند و از طریق دستگاه تنفسی بر آفات اثر می‌کنند.

۳- فرمولاسیونی است که سم به‌صورت محلول در روغن‌های غلیظ تهیه می‌شود ولی قبل از مصرف باید رقیق شوند.

۴- فرمولاسیون غلیظی است که بدون رقیق شدن در مقادیر بسیار کم (حداکثر با 5 لیتر در هکتار) و به‌صورت تکنیکال مصرف می‌شود.

۲۰۳- در طبقه‌بندی سموم بر اساس میزان سمیت آن‌ها، سموم فوق‌العاده خطرناک از لحاظ مقدار LD50 گوارشی در چه محدوده‌ای قرار دارند؟

۱- بین 50 - 200 mg/kg ۲- 200-1000 mg/kg
۳- کمتر از 50 میلی‌گرم بر کیلوگرم ۴- بیش از 1000 mg/kg

۲۰۴- برخی از حشره‌کش‌ها علاوه بر اینکه تأثیر سوئی روی کنه‌های گیاه‌خوار ندارند بلکه موجب می‌شوند که تخمدان‌های کنه‌های ماده تحریک شده و تخم‌های بیشتری تولید کنند این پدیده در اصطلاح چه نام دارد؟

۱- Synergism ۲- Hormolygosis ۳- Resistance ۴- Oviposition

۲۰۵- فرض کنید LD50 oral Diazinon = 200 mg/kg باشد چه مقدار از امولسیون 20% این سم لازم است تا وارد بدن یک خرگوش به وزن 4 کیلوگرم شود تا به احتمال 50% موجب مرگ آن شود؟

۱- 40 گرم ۲- 800 میلی‌گرم ۳- 4 گرم ۴- 2000 میلی‌گرم

۲۰۶- آفت‌کش متومیل با فرمول $CH_3-S-C(CH_3)=N-O-C(=O)-N(H)CH_3$ جزء کدام دسته از حشره‌کش‌هاست؟

۱- سموم آلی کلره ۲- کاربامات‌ها ۳- سموم آلی فسفره ۴- سموم معدنی

۲۰۷- فرمول شیمیایی TL_2SO_4 مربوط به کدام سم و علیه کدام آفت کاربرد دارد؟

۱- سولفات‌تالیوم، موش‌کش ۲- تالستار، جونده‌کش
۳- تابوم، علف‌کش ۴- تامارون، حشره‌کش

۲۰۸- سمومی که برای تجزیه شدن در خاک یا بی‌اثر شدن به بیش از دو سال زمان نیاز دارند جزء کدام دسته‌اند؟

۱- سموم با دوام نسبتاً زیاد ۲- سموم با دوام متوسط
۳- سموم کم دوام ۴- سموم با دوام بسیار زیاد

۲۰۹- چنانچه در 500 گرم از میوه‌های گوجه‌فرنگی مقدار 400 میلی‌گرم سم موجود باشد مقدار بقایای سم بر حسب PPM روی آن‌ها چقدر است؟

۱- 2000 ۲- 800 ۳- 1600 ۴- 3200

۲۱۰- ترکیباتی که به سهولت تبخیر شده و به صورت گاز در می‌آیند و از طریق منافذ تنفسی وارد بدن حشرات شده و موجب نابودی آن‌ها می‌شوند کدامند؟

۱- Systemic Poisons ۲- Contact Poisons

۳- Alkylating Agents ۴- Fumigants

۲۱۱- در سمپاشی یک مزرعه ذرت به مساحت 50 هکتار که با هواپیمای سمپاشی انجام شد مقدار 1000 لیتر سم به نسبت 10% از دیمتوآت 40% امولسیون مخلوط با آب استعمال شد. میزان ماده مؤثر و امولسیون 40% مصرفی بر حسب لیتر در هکتار چقدر است؟

۱- 0.8 و 2 ۲- 4 و 16 ۳- 8 و 20 ۴- 1.6 و 4

۲۱۲- Azadirachtin که به Neem یا چرخش موسوم است. در کدام گروه از ترکیبات زیر قرار دارد؟

۱- Repellents ۲- Antifeedants ۳- Attractants ۴- Sterillants

۲۱۳- واژه LT_{50} با کدام گزینه مطابقت دارد؟

۱- Dose لازم برای کشتن 50% از افراد آزمایشی

۲- غلظت آفت‌کش در آب که برای کشتن 50% حشرات آبزی به کار می‌رود.

۳- زمان لازم برای کشتن 50% افراد مورد آزمایش

۴- Dose لازم در هوا که برای خفه کردن حشرات از طریق تنفسی مصرف می‌شود.

۲۱۴- ماده دلتاآندوتوکسین که به‌صورت یک سم گوارشی موجب از بین رفتن حشرات می‌شود توسط کدام گروه تولید می‌شود؟

۱- Nosema Locustae ۲- Bacillus Thuringiensis

۳- Polyhedrosis Virus ۴- Pseudomonas Aeruinosa

آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۶

۲۱۵- فرض کنید LD50 oral Diazinon = 200 mg/kg باشد چه مقدار از امولسیون 20% این سم لازم است تا وارد بدن یک خرگوش به وزن 4 کیلوگرم شود تا به احتمال 50% موجب مرگ آن شود؟

۱- 40 گرم ۲- 800 گرم ۳- 4 گرم ۴- 2000 میلی‌گرم

۲۱۶- آفت‌کش متومیل با فرمول $CH_3-S-C(CH_3)=N-O-C(=O)-N(H)CH_3$ جزء کدام دسته از حشره‌کش‌ها است؟

۱- سموم آلی کلره ۲- کاربامات‌ها ۳- سموم آلی فسفره ۴- سموم معدنی

۲۱۷- فرمول شیمیایی TL_2SO_4 مربوط به کدام سم و علیه کدام آفت کاربرد دارد؟

۱- سولفات تالیوم، موش‌کش
۲- تالستار، جونده‌کش
۳- تابوم، علف‌کش
۴- تامارون، حشره‌کش

۲۱۸- سمومی که برای تجزیه شدن در خاک یا بی‌اثر شدن به بیش از دو سال زمان نیاز دارند جزء کدام دسته هستند؟

۱- سموم با دوام نسبتاً زیاد
۲- سموم با دوام متوسط
۳- سموم کم‌دوام
۴- سموم با دوام بسیار زیاد

۲۱۹- چنانچه در 500 گرم از میوه‌های گوجه‌فرنگی مقدار 400 میلی‌گرم سم موجود باشد مقدار بقایای سم برحسب PPM روی آن‌ها چقدر است؟

۱- 2000
۲- 800
۳- 1600
۴- 3200

۲۲۰- ترکیباتی که به سهولت تبخیر شده و به‌صورت گاز درمی‌آیند و از طریق منافذ تنفسی وارد بدن حشرات شده و موجب نابودی آن‌ها می‌شوند کدامند؟

۱- Systemic poisons
۲- Contact poisons
۳- Alkylating agents
۴- Fumigants

۲۲۱- در سمپاشی یک مزرعه ذرت به مساحت 50 هکتار که با هواپیمای سمپاشی انجام شد مقدار 1000 لیتر سم به نسبت 10% از دیمتوآت 40 درصد امولسیون مخلوط با آب استعمال شد. میزان ماده مؤثر و امولسیون 40% مصرفی برحسب لیتر در هکتار چقدر است؟

۱- 0.8 و 2
۲- 4 و 16
۳- 8 و 20
۴- 1.6 و 4

۲۲۲- Azadirachtin که به Neem یا چرخش موسوم است در کدام گروه از ترکیبات زیر قرار دارد؟

۱- Repellents
۲- Antifeedants
۳- Attractants
۴- Sterillants

۲۲۳-واژه LT50 با کدام گزینه مطابقت دارد؟

۱- Dose لازم برای کشتن 50% از افراد آزمایشی
۲- غلظت آفت‌کش در آب که برای کشتن 50 درصد حشرات آبزی به‌کار می‌رود.
۳- زمان لازم برای کشتن 50 درصد افراد مورد آزمایش
۴- Dose لازم در هوا که برای خفه کردن حشرات از طریق تنفسی مصرف می‌شود.

۲۲۴- ماده دلتا آندوتوکسین که به‌صورت یک سم گوارشی موجب از بین رفتن حشرات می‌شود توسط کدام گروه تولید می‌شود؟

۱- Nosema locustae
۲- Bacillus thuringiensis
۳- Polyhedrosis virus
۴- Pseudomonas aeruinosa

آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۷

۲۲۵- کدام‌یک از عوامل زیر در نفوذ آفت‌کش‌ها به بدن حشرات نقش مؤثرتری دارد؟

۱- قطبیت جلد
۲- سازگاری حشره‌کش با جلد
۳- غشاهای بین حلقه‌ای
۴- تراشه‌ها

۲۲۶- در بررسی تکاملی ساخت ترکیبات آفت‌کش تلاش سازندگان سم در جهت تولید چه نوع ترکیباتی می‌باشد؟

۱- سموم سیستمیک ۲- سموم انتخابی ۳- سموم وسیع‌الطیف ۴- سموم با دوام

۲۲۷- کدام‌یک از سموم زیر در دمای بالاتر مسمومیت کمتری در حشرات ایجاد می‌کنند؟

۱- لیندین و د.د.ت
۲- گامکسان و توکسافن
۳- پرمترین و فن‌پروپاترین
۴- اندوسولفان و لیندین

۲۲۸- در مقاومت حشرات به حشره‌کش‌ها اگر مقاومت به چند سم محدود که نقطه اثر مشابه دارند اتفاق افتد به آن چه می‌گویند؟

۱- Cross resistance
۲- Simple resistance
۳- Individual resistance
۴- Multiple resistance

۲۲۹- کدام‌یک از تعاریف زیر از نظر تاریخی مشخصات نسل چهارم آفت‌کش‌ها را بیان می‌کند؟

۱- موادی که براساس بیوشیمی و فیزیولوژی حشره تولید می‌شوند.
۲- اغلب ترکیبات آلی میکروبی
۳- موادی که از فعالیت‌های انتقال ژن تولید می‌شوند.
۴- ترکیبات شبه هورمونی

۲۳۰- در مورد نحوه اثر Avermectin کدام مورد صحیح است؟

۱- افزایش تحرک و تغذیه حشره
۲- ایجاد رفتار غیرمعمول در جفت‌گیری

۳- اختلال در فعالیت غشاء اکسون ۴- بازداشتن آنزیم کولین‌استراز

۲۳۱- مهار آنزیم کولین‌استراز توسط کدام‌یک از ترکیبات زیر دوام کمتری دارد؟

۱- فوزالن ۲- اندوسولفان ۳- تیومتون ۴- دیمتیلان

۲۳۲- کدام‌یک از حامل‌های زیر در ساخت گرانول‌ها کاربرد بیشتری دارد؟

۱- تالک یا سیلیکات منیزیم ۲- کائولینیت

۳- هالوسیت ۴- ورمی‌کولیت

۲۳۳- امروزه برای امولسیون کردن آفت‌کش‌ها کدام‌یک از این موارد را بیشتر به‌کار می‌برند؟

۱- امولسیون‌کننده‌های غیریونی ۲- امولسیون‌کننده‌های آنیونی

۳- امولسیون‌کننده‌های کاتیونی ۴- الکل‌های سولفاته

۲۳۴- کدام‌یک از سموم زیر علاوه بر اثر ضدتغذیه، پوست‌اندازی را نیز مختل می‌کنند؟

۱- آورمکتین‌ها ۲- آزادایراکتین‌ها

۳- اسپینوزین‌ها ۴- مشابهات هورمون جوانی

<u>آزمون کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۸</u>

۲۳۵- برای سمپاشی یک مزرعه لوبیا، مواد و اطلاعات زیر موجود می‌باشد:

نوع سم: امولسیون دیازینون 60%، میزان سم مصرفی از ماده مؤثر: 1.2 کیلوگرم در هکتار، نوع سمپاش: پشتی غیرموتوری، ظرفیت مخزن سمپاش: 10 لیتر، میزان آب مصرفی 800 لیتر در هکتار، چه مقدار از سم 60% موجود در یک مخزن سمپاش حاوی 10 لیتر آب باید ریخته شود تا آماده سمپاشی شود؟

۱- 250 سی‌سی ۲- 25 میلی‌متر ۳- 0.5 لیتر ۴- 1 کیلوگرم

۲۳۶- برای سمپاشی مزرعه‌ای از دیازینون 60% EC استفاده شده است، غلظت کاربردی سم یک در هزار برحسب ماده مؤثره و تانک سمپاشی 100 لیتری، در هر بار سمپاشی چقدر سم در سمپاش برحسب فرمولاسیون ریخته می‌شود؟

۱- 166 mL ۲- 100 mL ۳- 1660 mL ۴- 480 mL

۲۳۷- جذب قابل قبول روزانه با کدام علامت مشخص می‌شود؟

۱- MRL ۲- NOEL ۳- LD50 ۴- ADI

۲۳۸- خاصیت تجمع‌پذیری در کدام سم معدنی دیده می‌شود؟

۱- سموم گوگردی ۲- آرسنیکال‌ها ۳- سموم کلره ۴- روغن‌های معدنی

۲۳۹- عامل انتخابی بودن Bt toxin کدام است؟

۱- آنزیم‌های میدگات حشره

۲- فسفولیپاز C موجود در ساختار سم

۳- گیرنده‌های Bt toxin در لوله گوارش حشره

۴- تمایل حشره به خوردن این توکسین

۲۴۰- کدام‌یک از سموم زیر به آفت‌کش‌های نسل چهارم مربوط می‌شوند؟

۱- نئونیکوتینوئیدها ۲- Dicomba

۳- آورمکتین‌ها ۴- پیرتروئیدهای جدید

۲۴۱- کدام سم کاربامات علاوه بر اثر حشره‌کشی، کنه‌کشی خواص هورمونی نیز دارد؟

۱- کارباریل ۲- کاربوفوران ۳- پریمیکارب ۴- آلدیکارب

۲۴۲- کدام سم در کشور ما علیه سن گندم مصرف می‌شود؟

۱- فنتیون ۲- فرموتیون ۳- دی‌کلرورس ۴- سومی‌تیون

۲۴۳- کدام‌یک از خواص سموم فسفره امروزه به عیب آن‌ها تبدیل شده است؟

۱- پایداری نسبتاً کم و سرعت تجزیه آن‌ها ۲- اثر سیستمیک برخی از آن‌ها

۳- طیف اثر وسیع آن‌ها ۴- کم بودن مقدار آن‌ها در واحد سطح

۲۴۴- ضریب سینرژیسم Co-toxicity برای متیل‌بروماید 0.14 است این عدد نشانه آن است که مخلوط شدن آن با پی‌پرونیل بوتوکساید باعث بروز اثر .... می‌شود.

۱- سینرژیسم ۲- رقابت ۳- آنتاگونیسم ۴- سازگاری

۲۴۵- گروه یا عامل اپوکسید در کدام ترکیب کلره پس از ورود به بدن جانوران تولید می‌شود و اثر آن چیست؟

۱- ددن- کارسینوژن ۲- هپتاکلر- کارسینوژن

۳- کلردان- موتاژن ۴- لیندین- تراتوژن

۲۶-۲ پاسخنامه

۱-۴)	۲-۱)	۳-۲)	۴-۲)
۵-۴)	۶-۱)	۷-۴)	۸-۱)
۹-۲)	۱۰-۲)	۱۱-۴)	۱۲-۱)
۱۳-۲)	۱۴-۲)	۱۵-۲)	۱۶-۱)
۱۷-۱)	۱۸-۲)	۱۹-۳)	۲۰-۲)
۲۱-۳)	۲۲-۲)	۲۳-۱)	۲۴-۴)
۲۵-۴)	۲۶-۲)	۲۷-۱)	۲۸-۲)
۲۹-۲)	۳۰-۳)	۳۱-۱)	۳۲-۱)
۳۳-۳)	۳۴-۴)	۳۵-۴)	۳۶-۱)
۳۷-۱)	۳۸-۲)	۳۹-۱)	۴۰-۲)
۴۱-۴)	۴۲-۲)	۴۳-۳)	۴۴-۴)
۴۵-۳)	۴۶-۲)	۴۷-۴)	۴۸-۳)
۴۹-۱)	۵۰-۳)	۵۱-۳)	۵۲-۴)
۵۳-۱)	۵۴-۲)	۵۵-۲)	۵۶-۴)
۵۷-۳)	۵۸-۱)	۵۹-۲)	۶۰-۱)
۶۱-۳)	۶۲-۳)	۶۳-۱)	۶۴-۴)
۶۵-۳)	۶۶-۴)	۶۷-۱)	۶۸-۱)
۶۹-۳)	۷۰-۳)	۷۱-۴)	۷۲-۲)
۷۳-۲)	۷۴-۱)	۷۵-۴)	۷۶-۴)
۷۷-۲)	۷۸-۳)	۷۹-۴)	۸۰-۴)
۸۱-۱)	۸۲-۴)	۸۳-۳)	۸۴-۱)
۸۵-۲)	۸۶-۲)	۸۷-۲)	۸۸-۴)
۸۹-۴)	۹۰-۳)	۹۱-۴)	۹۲-۱)
۹۳-۲)	۹۴-۲)	۹۵-۲)	۹۶-۴)
۹۷-۱)	۹۸-۴)	۹۹-۴)	۱۰۰-۳)

۱۰۱-۴)	۱۰۲-۲)	۱۰۳-۳)	۱۰۴-۴)
۱۰۵-۳)	۱۰۶-۳)	۱۰۷-۱)	۱۰۸-۲)
۱۰۹-۴)	۱۱۰-۲)	۱۱۱-۲)	۱۱۲-۳)
۱۱۳-۱)	۱۱۴-۱)	۱۱۵-۱)	۱۱۶-۲)
۱۱۷-۴)	۱۱۸-۳)	۱۱۹-۳)	۱۲۰-۴)
۱۲۱-۳)	۱۲۲-۱)	۱۲۳-۲)	۱۲۴-۳)
۱۲۵-۲)	۱۲۶-۱)	۱۲۷-۴)	۱۲۸-۳)
۱۲۹-۱)	۱۳۰-۳)	۱۳۱-۴)	۱۳۲-۱)
۱۳۳-۱)	۱۳۴-۴)	۱۳۵-۳)	۱۳۶-۲)
۱۳۷-۴)	۱۳۸-۱)	۱۳۹-۲)	۱۴۰-۴)
۱۴۱-۲)	۱۴۲-۱)	۱۴۳-۳)	۱۴۴-۴)
۱۴۵-۲)	۱۴۶-۳)	۱۴۷-۲)	۱۴۸-۲)
۱۴۹-۱)	۱۵۰-۴)	۱۵۱-۴)	۱۵۲-۲)
۱۵۳-۱)	۱۵۴-۳)	۱۵۵-۲)	۱۵۶-۱)
۱۵۷-۴)	۱۵۸-۳)	۱۵۹-۳)	۱۶۰-۱)
۱۶۱-۳)	۱۶۲-۴)	۱۶۳-۱)	۱۶۴-۱)
۱۶۵-۳)	۱۶۶-۲)	۱۶۷-۴)	۱۶۸-۲)
۱۶۹-۳)	۱۷۰-۴)	۱۷۱-۱)	۱۷۲-۲)
۱۷۳-۴)	۱۷۴-۲)	۱۷۵-۴)	۱۷۶-۱)
۱۷۷-۳)	۱۷۸-۴)	۱۷۹-۱)	۱۸۰-۲)
۱۸۱-۲)	۱۸۲-۲)	۱۸۳-۴)	۱۸۴-۲)
۱۸۵-۴)	۱۸۶-۱)	۱۸۷-۲)	۱۸۸-۳)
۱۸۹-۲)	۱۹۰-۱)	۱۹۱-۴)	۱۹۲-۱)
۱۹۳-۲)	۱۹۴-۱)	۱۹۵-۱)	۱۹۶-۲)
۱۹۷-۳)	۱۹۸-۴)	۱۹۹-۳)	۲۰۰-۲)
۲۰۱-۱)	۲۰۲-۴)	۲۰۳-۳)	۲۰۴-۱)
۲۰۵-۳)	۲۰۶-۲)	۲۰۷-۱)	۲۰۸-۴)

۲۰۹-۲)	۲۱۰-۴)	۲۱۱-۱)	۲۱۲-۲)
۲۱۳-۳)	۲۱۴-۲)	۲۱۵-۳)	۲۱۶-۲)
۲۱۷-۱)	۲۱۸-۴)	۲۱۹-۲)	۲۲۰-۴)
۲۲۱-۱)	۲۲۲-۲)	۲۲۳-۳)	۲۲۴-۲)
۲۲۵-۱)	۲۲۶-۲)	۲۲۷-۱)	۲۲۸-۱)
۲۲۹-۳)	۲۳۰-۲)	۲۳۱-۴)	۲۳۲-۴)
۲۳۳-۱)	۲۳۴-۲)	۲۳۵-۲)	۲۳۶-۱)
۲۳۷-۴)	۲۳۸-۲)	۲۳۹-۳)	۲۴۰-۲)
۲۴۱-۱)	۲۴۲-۴)	۲۴۳-۳)	۲۴۴-۳)
۲۴۵-۲)			

فصل بیست‌وهفتم

آزمون‌های کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی

۱-۲۷ پرسش‌های چهارگزینه‌ای تا سال ۸۸

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی ۸۰

۱- اگر بخواهید برای مبارزه با قارچ‌های Oomycetes یک قارچ‌کش پیشنهاد کنید، این قارچ‌کش از چه گروهی نمی‌تواند باشد؟

۱- ضد سنتز DNA	۲- ضد سنتز RNA

۳- ضد سنتز ارگوسترول	۴- ضد سنتز پروتئین

۲- در سال‌های اخیر مقاومت در قارچ عامل بیماری سیاهک ذرت در برابر کدام قارچ‌کش صورت گرفته است؟

۱- زینب	۲- فربام	۳- کاپتان	۴- ویتاواکس

۳- کدام قارچ‌کش تولید فیتوالکسین در گیاهان را بر می‌انگیزد؟

۱- آلیت	۲- آیپردیون	۳- متالاکسیل	۴- مانکوزب

۴- سم تریدمورف (با نام تجاری کالکسین) یک قارچ‌کش از کدام گروه است؟

۱- اکساتیین‌ها	۲- آنتی‌بیوتیک‌ها	۳- مورفولین‌ها	۴- دی‌کربوکسیمیدها

۵- قارچ‌کش ادی فنفوس از طریق کدام مکانیسم اثر خود را در کنترل پاتوژن‌های قارچی اعمال می‌کند؟

۱- اختلال در سیستم عصبی پاتوژن	۲- اختلال در امر تقسیم هسته‌ای

۳- جلوگیری از سنتز کیتین در پاتوژن	۴- جلوگیری از آنزیم ساکسینیک‌دی‌هیدروژناز

۶- کربوکسین روی کدام آنزیم مؤثر است؟

۱- آلدولاز ۲- سوکسینات دهیدروژناز

۳- سیتوکروم‌اکسیداز ۴- گلوکز - 6 فسفات دهیدروژناز

۷- برای مبارزه با بیماری بلاست برنج کدام قارچ‌کش مناسب است؟

۱- پروپیکونازول (Propiconazole) ۲- تری‌سیکلازول (Tricyclazole)

۳- تری‌دمورف (Tridemorph) ۴- دی‌فوکونازول (Difenoconazole)

۸- مبارزه شیمیایی با سیاهک کوتولگی گندم با کدام‌یک از مواد زیر با موفقیت همراه بوده است؟

۱- Casbendsim ۲- Difenoconazole ۳- Oxanthiine ۴- Thiabendazole

۹- سایکوهگزیمید آنتی‌بیوتیک ضدقارچی است که در عین حال خاصیت .... نیز دارد.

۱- ضدویروس ۲- ضدباکتری

۳- نماتدکشی ۴- ضدمایکوپلاسما یا ضدفایتوپلاسما

۱۰- 500 میلی‌گرم از یک قارچ‌کش فرموله شده به صورت EC 25 با 10000 لیتر آب مخلوط شده است. غلظت قارچ‌کش مزبور بر مبنای ماده مؤثر چند ppm می‌باشد؟ (ماده تکنیکال قارچ‌کش موردنظر به صورت مایع است.)

۱- 12.5 ۲- 50 ۳- 125 ۴- 500

۱۱- کدام قارچ‌کش در کنترل کنه مخملی مرکبات نیز مؤثر است؟

۱- بنومیل ۲- متالاکسیل ۳- نابام ۴- مانکوزب

۱۲- کدام نماتدکش را می‌توان هم قبل از کاشت و هم بعد از کاشت گیاه محصول به کار برد؟

۱- فنامیفوس ۲- متیل بروماید

۳- متیل‌ایزوتیوسیانات ۴- متام سدیم

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی ۸۱

۱۳- کدام گزینه زیر یکی از سموم مؤثر علیه سیاهک پاکوتاه گندم است؟

۱- Benomyl ۲- Carboxin

۳- Difenoconazole ۴- Mancozeb

۱۴- با عمل سمپاشی با آنتی‌بیوتیک‌ها علیه باکتری‌ها کدام‌یک از این اندام‌ها تحت تأثیر مستقیم قرار می‌گیرند؟

۱- ریبوزوم‌ها ۲- کروموزوم‌ها ۳- دیواره سلولی ۴- هیچ‌کدام

۱۵- کدام یک از قارچ‌کش‌های مقابل اثر معالجه کننده دارد؟

۱- Captan ۲- Maneb ۳- Mancozeb ۴- Triforine

۱۶- فرمول شیمیایی مقابل مربوط به کدام‌یک از قارچ‌کش‌هاست؟



$C_2N_2S_3Zn(CH_3)_3$

۱- تیرام ۲- زیرام ۳- زینت ۴- نابام

۱۷- کدام‌یک از ترکیبات زیر جزء Acylanines هستند؟

۱- Ethazol ۲- Imazalil ۳- Metalaxyl ۴- Triadimeton

۱۸- کدام سم علاوه بر اثر قارچ‌کشی، دارای خاصیت نسبی در ایجاد مقاومت القایی در میزبان است؟

۱- بنومیل ۲- دودین ۳- زینب ۴- Fosetyl-Al

۱۹- آیپرودیون متعلق به کدام گروه از قارچ‌کش‌هاست؟

۱- آنیلیدها ۲- پیریمیدین‌ها ۳- فتالیمیدها ۴- گوانیدین‌ها

۲۰- کدام‌یک از آنتی‌بیوتیک‌های زیر از منابع دیگری بجز اکتینومایست‌ها به دست می‌آید؟

۱- Blasticidin ۲- Kasugamycin ۳- Gliotoxin ۴- Streptomycin

۲۱- سم بنومیل متعلق به کدام‌یک از گروه‌های زیر است؟

۱- Benzimidazoles ۲- Quinones ۳- Morpholines ۴- Pyrimidines

۲۲- کدام‌یک از گزینه‌های زیر از گروه قارچ‌کش‌های بنزیمیدازول‌هاست؟

۱- Iprodione ۲- Thiophanate ۳- Triadimefon ۴- Vincolazolin

۲۳- کدام قارچ‌کش‌ها از گروه ترکیبات کینونی می‌باشد؟

۱- باویستین ۲- بنومیل ۳- زینب ۴- کلرانیل

۲۴- طرز تأثیر پروپیکونازول مشابه کدام قارچ‌کش است؟

۱- ادی‌فن‌وفوس ۲- بیترتانول ۳- تری‌سیکلازول ۴- متالاکسیل

۲۵- برای مبارزه با شیت بلایت برنج از کدام مخلوط قارچ‌کش‌ها استفاده می‌شود؟

۱- ایپرودیون و کاربندازیم ۲- تری‌سیکلازول و متالاکسیل

۳- تری‌سیکلازول و کاربندازیم ۴- بنومیل و کاپتان

۲۶-کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر خاصیت نماتدکشی نیز دارد؟

۱- تیرام ۲- تریفورین ۳- کلروتالونیل ۴- متام سدیم

۲۷- کدام‌یک از آنتی‌بیوتیک‌های زیر خاصیت ضد ویروسی نیز دارد؟

۱- Antimycin ۲- Blasticidin ۳- Cycloheximide ۴- Streptomycin

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی ۸۲

۲۸- از کدام قارچ‌کش بر علیه کنه نقره‌ای مرکبات نیز استفاده می‌شود؟

۱- دودین ۲- کاپتان ۳- مانکوزب ۴- کربوکسین

۲۹- به چه دلیل آنتی‌بیوتیک Gliotoxin که در مهار قارچ‌هایی مانند Fusarium مؤثر است در کنترل این قبیل قارچ‌های خاکزی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد؟

۱- به دلیل گران بودن ۲- به دلیل ناپایداری آن

۳- به علت محدود بودن طیف اثر آن ۴- به سبب وسیع بودن طیف اثر آن

۳۰-برای نحوه عمل قارچ‌کش Carboxin (Vitavax) کدام مورد صحیح است؟

۱- سیستم‌های قندساز قارچ را از کار می‌اندازد.

۲- روی DNA و RNA قارچ اثر می‌کند.

۳- روی غشای سلولی اثر می‌گذارد و عمل آن‌را مختل می‌کند.

۴- روی سیستم انرژی (میتوکندری) قارچ اثر می‌گذارد و آن‌را مختل می‌کند.

۳۱-کدام‌یک از سموم زیر از سنتز ارگسترول در غشای سلولی قارچ‌ها جلوگیری می‌کند؟

۱- Benomyl ۲- Metalaxyl ۳- Topcin ۴- Triadimefon

۳۲-اتیلن تایورام‌دی‌سولفاید (Ethylene Thiuram Disulfide) فرم فعال کدام‌یک از آفت‌کش‌های زیر است؟

۱- بنزوتیادیازول‌ها ۲- دی‌تیوفسفات‌ها ۳- دی‌تیوکاربامات‌ها ۴- فنیل‌آمیدها

۳۳-کدام‌یک از ترکیبات زیر جایگزین مناسبی برای متیل‌بروماید است؟

۱- واپام ۲- متالاکسیل ۳- کلروپیکرین ۴- متیل‌یدید

۳۴-کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر جزء ترکیبات هتروسایکلیک هستند؟

۱- بنومیل، ایپرودیون، کاپتان ۲- کاپتان، ایپرودیون، اورنالین

۳- کاپتان، متالاکسیل، بنومیل ۴- متالاکسیل، اورنالین، بنومیل

۳۵-کدام قارچ‌کش روی آنزیم Succinic dehydrogenase مؤثر است؟

۱- بنومیل ۲- تیوفانات‌متیل ۳- کربوکسین ۴- متالاکسیل

۳۶-در سال‌های اخیر نژادهای مقاوم قارچ عامل لکه سیاه سیب در برابر کدام ترکیب زیر به‌وجود آمده است؟

۱- دودین ۲- زینب ۳- کاپتان ۴- منکوزب

۳۷-کدام‌یک از عبارات زیر در مورد قارچ‌کش‌های تیوفانات‌متیل صدق می‌کند؟

۱- بر روی کرم خاکی و ماهی‌ها خیلی سمی می‌باشد.

۲- در برابر نور خورشید ناپایدار است.

۳- فرم فعال قارچ‌کش کاربندازیم است.

۴- از نظر ساختمان شیمیایی جزء ترکیبات بنزیمیدازولی می‌باشد.

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی ۸۳

۳۸-کدام آنتی‌بیوتیک به‌وسیله گونه Bacillus Cereus تولید می‌شود؟

۱- باسیلیسین ۲- پایرون ۳- فنازین ۴- کانوزامین

۳۹- تیوفانات‌متیل (Thiophanatmethyl) در گیاه به کدام ترکیب شیمیایی تبدیل می‌شود؟

۱- Benomyl ۲- Thiabendazole ۳- Fubridazole ۴- Carbendazime

۴۰- در موارد استفاده از گوگرد به‌صورت گرد، حداکثر دمایی که گوگرد باعث گیاه‌سوزی نمی‌شود، حدود چند درجه سانتی‌گراد می‌باشد؟

۱- 26 ۲- 28 ۳- 30 ۴- 34

۴۱- کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر به‌صورت تجاری به عنوان دور کننده جوندگان نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

۱- تیرام ۲- فربام ۳- مانب ۴- مانکوزب

۴۲- کدام قارچ‌کش با بالا بردن قوه دفاعی گیاه در کنترل بیمارگرها مؤثر است؟

۱- پروپیکونازول ۲- فوزتیل‌آلومینیوم ۳- فن‌تین‌استات ۴- کاسوگامی‌سین

۴۳-ایپرودیون (Iprodion) روی کدام بیماری مؤثر است؟

۱- زنگ زرد گندم ۲- سفیدک سطحی کدوئیان

۳- سیاهک آشکار گندم ۴- کپک خاکستری انگور

۴۴- از پنتاکلرونیتروبنزن (PCNB) علیه کدام بیماری یا بیماری‌ها استفاده می‌شود؟

۱- سیاهک پنهان گندم
۲- سیاهک آشکار گندم
۳- بیماری‌های انباری سیب‌زمینی
۴- زنگ غلات و سبزیجات

۴۵- زینب (Zineb) جزء کدام گروه از قارچ‌کش‌هاست؟

۱- آنیلیدها
۲- تری‌آزول‌ها
۳- دی‌متیل‌دی‌تیوکاربامات
۴- اتیلن‌بیس‌دی‌تیوکاربامات‌ها

۴۶- در رابطه با نحوه تأثیر با قارچ‌کش‌های فتالیمیدی کدام عبارت صحیح است؟

۱- روی ADP تأثیر می‌گذارد و مانع سنتز پروتئین می‌شوند.
۲- روی ATP اثر می‌گذارد و مانع سنتز پروتئین می‌گردند.
۳- روی آنزیم‌های دی‌هیدروژناز و دی‌کربوکسیلاز در متابولیسم فسفر اثر می‌گذارند.
۴- روی آنزیم‌های دی‌هیدروژناز و دی‌کربوکسیلاز اثر می‌گذارد و قندسازی قارچ را مختل می‌کنند.

۴۷- قارچ‌کش‌های استروبیلوریتی با .... موجب کنترل قارچ‌های مولد سفیدک‌ها و زنگ‌ها می‌شوند.

۱- ایجاد اختلال در سنتز ملانین
۲- مختل نمودن تقسیم سلولی و جلوگیری از سنتز DNA
۳- جدا کردن، فسفریله شدن، اکسیداتیو و اختلال در تولید انرژی
۴- ایجاد اختلال در تنفس میتوکندریایی در اثر بلوکه کردن انتقال‌الکترون در سایتوکروم‌های b و c

۴۸- 5 لیتر امولسیون به غلظت 50 ppm از یک قارچ‌کش را با افزودن چه مقدار آب به یک امولسیون 1% آن قارچ‌کش تهیه می‌نمایید؟

۱- 4750 ml
۲- 4900 ml
۳- 4975 ml
۴- 5.4997 ml

۴۹- کاپتان از جمله قارچ‌کش‌هایی است که:

۱- روی سفیدک‌های حقیقی اثر می‌گذارد.
۲- روی سیاهک پنهان مؤثر است.
۳- روی سیاهک آشکار مؤثر است.
۴- روی سفیدک‌های حقیقی اثری ندارد.

۵۰- کدام قارچ‌کش از فتالیمیدهاست؟

۱- فورالاکسیل
۲- فولپت
۳- فناریمول
۴- فوزتیل‌آلومینیوم

۵۱- کدام‌یک از عبارات زیر در مورد بنومیل صحیح است؟

۱- آپوسیمپلاستیک کامل
۲- عمدتاً آپوپلاستیک

۳- عمدتاً سیمپلاستیک ۴- تماسی - نفوذی

۵۲- نوآریمول از ترکیبات پیریمیدینی است که برای کنترل لکه سیاه سیب و .... در ایران ثبت موقت شده است.

۱- سفیدک سطحی مو ۲- سفیدک سطحی غلات

۳- سفیدک سطحی سیب ۴- لکه سیاه رز

۵۳- در ایران کدام نماتدکش برای کنترل نماتد مولد زخم ریشه در باغات چای به ثبت موقت رسیده است؟

۱- فورات ۲- فنامیفوس ۳- متام‌سدیم ۴- آلدوکسی‌کارب

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی ۸۴

۵۴- قارچ‌کش کاسوگامایسین (Kasugamycin) با خاصیت حفاظتی و معالج برای کدام‌یک از بیماری‌های زیر توصیه شده است؟

۱- بلاست برنج ۲- آلترناریای گوجه‌فرنگی

۳- مرگ گیاهچه پنبه ۴- بیماری لب شتری هلو

۵۵- قارچ‌کش سایپروکونازول (Cyproconazole) برای پیشگیری و درمان کدام‌یک از بیماری‌های زیر توصیه شده است؟

۱- سیاهک پنهان گندم ۲- زنگ گندم

۳- سیاهک آشکار جو ۴- لکه قهوه‌ای نواری جو

۵۶- قارچ‌کش ایمازالیل (Imazalil) برای پیشگیری و درمان کدام‌یک از بیماری‌های زیر توصیه شده است؟

۱- بلاست برنج ۲- بلایت برنج

۳- خشکیدگی سرشاخه توت ۴- لکه قهوه‌ای نواری جو

۵۷- قارچ‌کش بیترتانول (Bitertanol) برای مبارزه و کنترل کدام‌یک از بیماری‌های زیر توصیه شده است؟

۱- بیماری زنگ گندم ۲- سیاهک پنهان گندم

۳- لکه سیاه سیب ۴- مرگ گیاهچه

۵۸-متالاکسیل ممانعت کننده کدام‌یک از فرایندهای حیاتی در قارچ‌های حساس می‌باشد؟

۱- سنتز RNA ۲- از تنفس ۳- سنتز پروتئین ۴- سنتز DNA

۵۹- کدام قارچ‌کش از ترکیبات DMI (demethylation Inhibitors) می‌باشد؟

۱- ایمازالیل ۲- متالاکسیل ۳- تری‌سیکلازول ۴- کربوکسین

۶۰- پروکلرواز (Prochloraz) از کدام دسته از ترکیبات شیمیایی است؟

۱- اسیل‌آلانین ۲- اکساتیین ۳- بنزیمیدازول ۴- ایمیدازول

۶۱- نحوه عمل کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر با نحوه عمل سه قارچ‌کش دیگر متفاوت است؟

۱- Bitertanol ۲- Fuberidazole ۳- Carbendazim ۴- Thiabendazole

۶۲- کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر روی کنه‌های خانواده اریوفیده اثر کشندگی دارد؟

۱- ترفورین ۲- کاپتان ۳- متالاکسیل ۴- مانکوزب

۶۳-از قارچ‌کش‌های زیر کدام‌یک در ایران در سال‌های اخیر علیه زنگ‌های غلات توصیه شده است؟

۱- کربوکسین ۲- پروپیکونازول ۳- کاربندازیم ۴- تیابندازول

۶۴- کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر در ایران برای کنترل بیماری آلترناریایی گوجه‌فرنگی مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

۱- تیرام ۲- دودین ۳- تری‌دمورف ۴- کلروتالونیل

۶۵- کدام قارچ‌کش از سنتز ATP جلوگیری می‌نماید؟

۱- بنومیل ۲- دینوکاپ ۳- متالاکسیل ۴- فوزتیل‌آلومینیوم

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی ۸۵

۶۶- احتمال بروز مقاومت به کدام‌یک از قارچ کش‌های زیر کمتر است؟

۱- بنومیل ۲- تریفورین ۳- پروپیکونازول ۴- گوگرد

۶۷- آنتی‌بیوتیک‌اگریمایسین (Agrimycin) توسط کدام جنس زیر تولید می شود؟

۱- Agrobacterium ۲- Actinomyces

۳- Penicillium ۴- Streptomyces

۶۸- ادیفنفوس (Edifenphos) از جمله قارچ‌کش‌های گروه .... است.

۱- فسفره ۲- تیادی‌آزول ۳- تری‌آزول ۴- بنزوایمیدازول

۶۹- ساختمان اولیه کدام‌یک از ترکیبات زیر بنزیمیدازول نیست؟

۱- بنومیل ۲- تیوفانات‌متیل ۳- تیابندازول ۴- کاربندازیم

۷۰- بیشترین احتمال بروز ناسازگاری فیزیکی بین فرمولاسیون‌های فلوبل خشک و .... وجود دارد.

۱- پودرهای قابل حل در آب ۲- سوسپانسیون‌های کلوئیدی

۳- مایعات امولسیون شونده (EC) ۴- مایعات قابل حل در آب

۷۱- کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر در پزشکی و دامپزشکی به عنوان ضد انگل نیز مورد استفاده قرار می گیرد؟

۱- بنومیل ۲- تابندازول ۳- کاربندازیم ۴- کاربوکسین

۷۲- توتون و گیاهان خانواده کدوئیان به کدام یک از قارچ‌کش‌های زیر حساسند؟

۱- تیرام ۲- زینب ۳- فربام ۴- مانب

۷۳- ضدعفونی شیمیایی بذر روی کدام‌یک از قارچ های زیر اثر قطعی دارد؟

۱- Neovosia indica ۲- Ustilago tritici

۳- Ustilago maydis ۴- Tilletia controversa

۷۴- قارچ‌کش کاسوگامایسین (Kasugamycin) با خاصیت حفاظتی و معالج برای کدام‌یک از بیماری‌های زیر توصیه شده است؟

۱- بلاست برنج ۲- آلترناریای گوجه‌فرنگی

۳- مرگ گیاهچه پنبه ۴- لب شتری برگ هلو

۷۵- نحوه عمل کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر متفاوت از سه قارچ‌کش دیگر است؟

۱- تیابندازول ۲- تیوفانات‌متیل ۳- فلوتریافول ۴- فوبریدازول

۷۶- کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر ممکن است در فسفریله شدن گلوکز اختلال ایجاد کند؟

۱- Fluioxonil ۲- Famoxadone ۳- Triflumizole ۴- Trifloxystrobin

۷۷- قارچ‌کش کرزوکسیم متیل (Kresoxim Methyl) از کدام دسته قارچ‌کش‌ها است و اثر آن روی کدام پدیده است؟

۱- استروبیلورین و سنتز پروتئین ۲- استروبیلورین و تنفس

۳- فنیل‌آمید و سنتز RNA ۴- فنیل‌آمید و سنتز پروتئین

۷۸- کدام قارچ‌کش روی تنفس مؤثر است؟

۱- بنومیل ۲- پروپیکونازول ۳- کربوکسین ۴- متالاکسیل

۷۹- برای بررسی اثر یک قارچ‌کش WP 40 در محیط کشت PDA، از سوسپانسیون 300 ppm از فرمولاسیون مزبور یک میلی‌لیتر با 19 میلی‌لیتر محیط کشت مخلوط شده است. مقدار ماده مؤثر موجود در محیط کشت چند میکروگرم می‌باشد؟

۱- 4 ۲- 10 ۳- 80 ۴- 200

۸۰- کدام‌یک از ترکیبات زیر برای کنترل نماتد مولد غده ریشه پسته مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

۱- آیپروبنفوس ۲- ادیفنفوس ۳- فنامیفوس ۴- کلرپایریفوس

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی ۸۶

۸۱- کدام‌یک از اقدامات زیر احتمال بروز مقاومت به قارچ‌کش‌ها را تسریع می‌کند؟

۱- استفاده از مخلوط قارچ‌کش‌ها

۲- استفاده از قارچ‌کش‌ها به‌صورت متناوب

۳- کاربرد وسیع قارچ‌کش‌ها در حجم و غلظت زیاد

۴- تلفیق کاشت رقم مقاوم با کاربرد قارچ‌کش

۸۲- کدام عامل جزء عوامل مؤثر در خاصیت قارچ‌کشی سموم گوگردی نیست؟

۱- دمای محیط ۲- منشأ تولید ۳- نوع میزبان ۴- مقدار مصرف

۸۳- در فرمولاسیون سموم، کدام‌یک از مواد همراه زیر خاصیت پخش کنندگی دارد؟

۱- آهک و گلیسریدها ۲- آرد و نشاسته

۳- کازئین و رزین‌ها ۴- صمغ عربی و روغن‌ها

۸۴- طرز تأثیر گوگرد کدام است؟

۱- جلوگیری از سنتز RNA ۲- جلوگیری از سنتز DNA

۳- ممانعت از تقسیم سلولی ۴- ممانعت از تنفس

۸۵- کدام قارچ‌کش ممانعت کننده سنتز توبولین است؟

۱- تیابندازول ۲- تریازین ۳- کلروتالونیل ۴- کروکسیم - متیل

۸۶-استرپتومایسین آنتی‌بیوتیکی است که از .... به‌دست می‌آید.

۱- Streptomyces griseus
۲- Streptomyces avermitilis
۳- Streptomyces bygroscopicus
۴- Streptomyces aureus

۸۷-افزایش موارد کوری مادرزادی از عوارض سوء گزارش شده در مورد قارچ‌کش .... می‌باشد.

۱- بنومیل ۲- زنب ۳- کاپتان ۴- متالاکسیل

۸۸-قارچ‌کش بیترتانول در ایران برای کنترل کدام‌یک از بیماری‌های زیر به ثبت رسیده است؟

۱- آلترناریای گوجه‌فرنگی
۲- بلاست برنج
۳- سفیدک حقیقی خربزه و خیار
۴- لکه سیاه سیب

۸۹-کدام‌یک از قارچ‌کش‌های نام‌برده زیر را جهت مبارزه با بیماری آلترناریای گوجه‌فرنگی توصیه می‌کنید؟

۱- تیوکونازول ۲- دیفنوکونازول ۳- کاسوگامایسین ۴- کلرتالونیل

۹۰-باقیمانده کدام سم روی میوه‌جات و سبزیجات کنسرو شده باعث خوردگی فلز قوطی‌ها شده و نهایتاً به فساد مواد کنسرو شده کمک می‌کند؟

۱- زینب ۲- زیرام ۳- کاپتان ۴- کاراتان

۹۱-کدام‌یک از قارچ‌کش‌های نام‌برده زیر بر سفیدک‌های حقیقی اثر ندارد؟

۱- بیناپاکریل ۲- کاپتان ۳- کاراتان ۴- کربوکسین

۹۲-تیابندازول روی کدام بیماری بی‌اثر است؟

۱- پوسیدگی قهوه‌ای میوه‌ها
۲- کپک آبی و سبز مرکبات
۳- سفیدک‌های داخل
۴- لکه سیاه سیب و گلابی

۹۳-سایکلوهگزیمید در اثر .... باعث از بین رفتن قارچ‌ها می‌شود.

۱- اختلال در زنجیره انتقال الکترون
۲- اختلال در سنتز پروتئین‌ها
۳- مهار سنتز ارگوسترول
۴- مختل کردن دیواره سلولی قارچ‌ها

۹۴-برای تهیه 400 میلی‌لیتر امولسیون یک قارچ‌کش به غلظت 200 ppm از یک امولسیون یک در هزار همان قارچ‌کش (تهیه شده از فرمولاسیون EC 50) چند میلی‌لیتر آب مورد نیاز می باشد؟

۱- 80 ۲- 300 ۳- 320 ۴- 380

۹۵-برای مبارزه علیه بیماری شاخ و برگ سبزی بیشتر از کدام قارچ‌کش استفاده می‌شود؟

۱- کاراتان ۲- کاپتان ۳- کوپراویت ۴- مانب

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی ۸۷

۹۶- در مواقعی که پس از تهیه مخلوط بردو پاشش این قارچ‌کش با تأخیر صورت می‌گیرد، برای تثبیت آن از .... استفاده می‌شود.

۱- جوش شیرین ۲- کازئین ۳- نمک طعام ۴- شکر

۹۷- کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر در برابر نور ناپایدار است؟

۱- بنومیل (Benomyl) ۲- پروپموکارپ (Propamocarb)

۳- فوبریدازول (Fuberidazole) ۴- تریادیمنول (Triademenol)

۹۸- تنفس میتوکندریایی نقطه عمل کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر است؟

۱- Trifloxystrobin ۲- Thiabendazole ۳- Triademenol ۴- Triaflumizole

۹۹-تری‌فلومیزول (Triflumizole) برای کنترل کدام‌یک از بیماری‌های زیر در ایران توصیه می‌شود؟

۱- بیماری فوزاریومی گوجه‌فرنگی ۲- پوسیدگی طوقه برنج

۳- سفیدک حقیقی کدوئیان ۴- سپتوریوز غلات

۱۰۰- کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر روی سفیدک‌های دروغی اثر چندانی ندارد؟

۱- زینب ۲- کاپتان ۳- متالاکسیل ۴- مانب

۱۰۱- کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر در ایران برای کنترل لکه سیاه سیب توصیه می‌شود؟

۱- دیمتیرمول (Dimethirimol) ۲- فورالاکسیل (Furalaxyl)

۳- متالاکسیل (Metalaxyl) ۴- نوآریمول (Nuarimol)

۱۰۲-کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر از استروبیلورین‌ها می‌باشد؟

۱- Fludioxonil ۲- Kresoxim Methyl

۳- Triflumizole ۴- Triforine

۱۰۳- Paecilomyces Lilacinus ماده‌مؤثره یک‌آفت‌کش میکروبی دارای خاصیت .... می‌باشد.

۱- باکتری‌کشی ۲- قارچ‌کشی ۳- کنه‌کشی ۴- نماتدکشی

۱۰۴- کاسوگامایسین در کنترل کدام‌یک از بیماری‌های زیر مؤثر نیست؟

۱- سرکوسپوریوز چغندر
۲- شانکر باکتریایی گوجه‌فرنگی
۳- فوزاریوم گوجه‌فرنگی
۴- لکه سیاه سیب و گلابی

۱۰۵- «بازامید» یا «دازومت» جزء کدام گروه از نماتدکش‌هاست؟

۱- ایزوتیوسیانات‌ها
۲- ارگانوفسفات‌ها
۳- اکسیم‌کاربامات‌ها
۴- هیدروکربن‌های‌خطی‌هالوژنه

۱۰۶- آنتی‌بیوتیک Blasticidin توسط کدام جنس زیر تولید می‌شود؟

۱- Aspergillus
۲- Prycularia
۳- Streptomyces
۴- Penicillium

۱۰۷- علیه بوته میری فیتوفترایی خیار کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر را می‌توان توصیه نمود؟

۱- بنومیل (بنلیت)
۲- تیابندازول (تکتو)
۳- کاربندازیم (باویستین)
۴- متالاکسیل (ریدومیل)

۱۰۸- سایکلوهگزیمید (Cycloheximide) نیز از اکتینومایست تولید کننده .... به دست می آید.

۱- Blasticidin-s
۲- Kasugamycin
۳- Streptomycin
۴- Tetracycline

۱۰۹- یک فرمولاسیون مناسب برای قارچ‌کشی که ماده تکنیکال آن جامد بوده و به میزان یک در هزار در آب محلول بوده ولی نامحلول در حلال‌های آلی می‌باشد، .... است.

۱- پودر قابل تعلیق در آب
۲- پودر قابل حل در آب
۳- گرانول قابل حل در آب
۴- مایع غلیظ امولسیون شونده

۱۱۰- برای تهیه امولسیونی به غلظت 250 mg ai/L، روی 5 ml از امولسیون غلیظ تهیه شده از یک فرمولاسیون 25 EC (W/V)، 95 ml آب اضافه شد. غلظت امولسیون غلیظ مورد استفاده بر مبنای ماده فرموله شده چند ppm می‌باشد؟

۱- 5000
۲- 10000
۳- 20000
۴- 40000

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی ۸۸

۱۱۱- برای کنترل بیماری بوته میری خیار کدام سم مناسب است؟

۱- Benomyl
۲- Chlorothalonil
۳- Dodin
۴- Metalaxyl

۱۱۲- اسید فسفونیک در ایران برای کنترل کدام‌یک توصیه می‌شود؟

۱- آلترناریای گوجه‌فرنگی
۲- سفیدک کرکی سیب‌زمینی
۳- سفیدک پودری سیب‌زمینی
۴- فوزاریوم گوجه‌فرنگی

۱۱۳- برای تهیه 200 میلی‌لیتر امولسیون به غلظت 100 ppm بر مبنای ماده مؤثر، چند میلی‌لیتر از امولسیون تهیه شده از یک قارچ‌کش 50EC به غلظت 2000 ppm (بر مبنای ماده فرموله شده) مورد نیاز خواهد بود؟

۱- 10
۲- 20
۳- 100
۴- 200

۱۱۴- کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر برای دور کردن جوندگان آفت نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

۱- تیرام
۲- فربام
۳- مانب
۴- مانکوزب

۱۱۵- از نظر ساختمان شیمیایی .... از مونومتیل دی‌تیوکاربامات‌ها است.

۱- زینب
۲- مانب
۳- متام سدیم
۴- نابام

۱۱۶- کدام قارچ‌کش تأثیر چندانی روی سفیدک‌های دروغی ندارد؟

۱- اولئات مس
۲- اکسی‌کلرور مس
۳- کاپتان
۴- مانکوزب

۱۱۷- قارچ‌کش کلروتالونیل در ایران برای کنترل .... توصیه می‌شود.

۱- آلترناریای گوجه‌فرنگی
۲- سفیدک داخلی یونجه
۳- فوزاریوم گوجه‌فرنگی
۴- لکه قهوه‌ای برگ یونجه

۱۱۸- قارچ‌کش دودین را با کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر نمی‌توان مخلوط کرد؟

۱- بنومیل
۲- دینوکاپ
۳- کاپتان
۴- مانب

۱۱۹- نحوه عمل سایکلوهگزیمید عبارت است از:

۱- اختلال در ساخت پروتئین‌ها
۲- اختلال در ساخت ارگوسترول
۳- رسوب دادن پروتئین‌های قارچی
۴- ممانعت از ساخت ATP

۱۲۰- اگر در موقع کالیبره کردن یک سمپاش پشتی استوانه‌ای، مقدار آب مصرف شده در یک سطح 100 متر مربعی 4 لیتر غلظت سوسپانسیون مصرفی تهیه شده از یک قارچ‌کش 25wp، 3 در هزار باشد، مقدار ماده مؤثر مصرف شده در هر هکتار چقدر خواهد بود؟

۱- 3 کیلوگرم
۲- 3.6 کیلوگرم
۳- 300 گرم
۴- 1200 گرم

۱۲۱- قارچ‌کش کارپروپمید (carpropamid) با .... در قارچ عمل بلاست برنج، موجب کنترل این بیماری می‌شود.

۱- مختل کردن ساخت پروتئین‌ها
۲- اختلال در ساخت ATP
۳- اختلال در ساخت کیتین
۴- اختلال در ساخت ملانین

۱۲۲- طرز تأثیر قارچ‌کش ایمازالیل (Imazalil) کدام است؟

۱- جلوگیری از سنتز RNA
۲- جلوگیری از سنتز ATP
۳- ممانعت از سنتز ارگسترول
۴- ممانعت از سنتز پروتئین

۱۲۳- کدام‌یک از قارچ‌کش‌های نام‌برده زیر را جهت مبارزه و کنترل بیماری لکه سیاه سیب توصیه می‌کنند؟

۱- کاسوگامایسین
۲- مانکوزب
۳- متالاکسیل
۴- نوآریمل

۱۲۴- احتمال داده می‌شود .... با تحریک تولید فایتوالکسین‌ها موجب تحمل بالا و در مواردی مقاومت گیاهان در برابر تعدادی از بیماری‌های قارچی می‌شود.

۱- آیپرودیون
۲- تری‌فلومیزول
۳- فوزتیل آلومینیم
۴- کرزوکسیم متیل

۱۲۵- امکان بروز ناسازگاری فیزیکی بین پودرهای قابل تعلیق در آب و کدام‌یک از فرمولاسیون‌های زیر بیشتر است؟

۱- فلوبل‌های خشک
۲- گرانول‌های قابل پخش در آب
۳- سوسپانسیون‌های کلوئیدی
۴- مایعات غلیظ امولسیون‌شونده

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۰

۱۲۶- از نظر مقاومت به سموم کدام‌یک از ترکیبات زیر باعث بروز مقاومت در قارچ‌ها می‌شوند؟

۱- Dithocarbamates
۲- Benzimidazoles
۳- Copper Compounds
۴- هیچ‌کدام

۱۲۷- ضد عفونی بذور برنج و یونجه بر ضد نماتدها با کدام‌یک از سموم زیر انجام می‌شود؟

۱- Methyl - bromide
۲- Fenamiphus
۳- Curater
۴- Ditrapex

۱۲۸-از سم نماتدکش زیر کدام‌یک به‌صورت تماسی عمل می‌کند و سیستمیک نمی‌باشد؟

۱- Vydate ۲- Temik ۳- Vapam ۴- Mocap

۱۲۹-به نظر شما مناسب‌ترین روش جهت مبارزه با بیماری‌های ویروسی کدامند؟

۱- گیاهان ترانس‌ژنیک

۲- تناوب زراعی

۳- استفاده از سموم جهت مبارزه با ناقلین ویروسی

۴- استفاده از ارقام مقاوم

۱۳۰- Oxytertracyline-Hcl برای کنترل بیماری باکتریایی زیر مصرف می‌شود؟

۱- بیماری فیتوپلاسمایی ۲- بیماری اسپروپلاسمایی

۳- بیماری آتشک ۴- بیماری لکه برگی

۱۳۱- برای کنترل بیماری باکتریایی پنبه از روش ضدعفونی بذر با .... استفاده می‌شود.

۱- Probenazole ۲- Bronoplo ۳- Tecloftalam ۴- Phenazine

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۱

۱۳۲-کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر برای اُاُمیست بی‌اثر است؟

۱- مانکوزب ۲- متالاکسیل ۳- بنومیل ۴- کوپروایت

۱۳۳-کدام اصطلاح به مفهوم ممانعت از جوانه زدن یا رشد میسیلیوم به‌وسیله مواد شیمیایی است؟

۱- Fungistatic ۲- Fungicide ۳- Fungitoxicity ۴- Fungicidal

۱۳۴-قارچ‌کش مؤثر روی بیماری سیاهک پاکوتاه گندم کدام است؟

۱- اکسی‌کربوکسین ۲- زینب ۳- تیابندازول ۴- متالاکسیل

۱۳۵-قارچ‌کش مؤثر روی قارچ فوزاریوم کدام است؟

۱- Benomyl ۲- Dodine ۳- Phaltax ۴- Tricyclazole

۱۳۶-نگهداری قطرات سم روی گیاه بستگی به کدام عوامل دارد؟

۱- خواص شیمیایی سم و شرایط محیطی ۲- طبیعت سطح برگ و خواص فیزیکی سم

۳- نحوه سمپاشی و تکنولوژی به‌کار رفته ۴- نوع سم به‌کار رفته

۱۳۷- دی‌تیوکاربامات‌ها جزء ترکیبات آلی .... هستند.

۱- فسفاته ۲- مسی ۳- بدون فسفات ۴- گوگردی

۱۳۸- کدام‌یک از سموم زیر متعلق به گروه فسفات‌های آلی و مؤثر بر روی قارچ‌های اُآمیست می‌باشد؟

۱- آلیت ۲- ایمازالیل ۳- اتازول ۴- متالاکسیل

۱۳۹-قارچ‌کش ادی‌فنوفوس (Edifenophos) از کدام دسته ترکیبات شیمیایی است؟

۱- فتالیمید ۲- بنزیمیدازول ۳- دی تیو کاربامات ۴- آلی فسفره

۱۴۰- برای مبارزه با سفیدک سطح توتون کدام قارچ‌کش را توصیه می‌کنند؟

۱- دودین ۲- کاپتامل ۳- دینوکاپ ۴- گوگرد

۱۴۱- کدام قارچ‌کش در سطح وسیع ایجاد مقاومت کرده است؟

۱- متالاکسیل ۲- تیرام ۳- فالتان (Phaltan) ۴- اکسی‌کلرورمس

۱۴۲-در 10 لیتر امولسیون یک در هزار یک قارچ $50\,EC\,\frac{W}{V}$ چقدر ماده مؤثر وجود دارد؟

۱- 5 گرم ۲- 10 گرم ۳- 5 میلی‌لیتر ۴- 10 میلی‌لیتر

<u>آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۲</u>

۱۴۳- خاصیت قارچ‌کشی کدام‌یک از فلزات زیر بیشتر است؟

۱- مس ۲- کبالت ۳- جیوه ۴- روی

۱۴۴-مهم‌ترین مزیت سموم گوگردی نسبت به سایر سموم چیست؟

۱- بی‌خطر برای انسان و دام

۲- قابلیت اختلاط با سایر قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها

۳- دوام نسبتاً زیاد

۴- عدم مقاومت قارچ‌ها نسبت به آن

۱۴۵-خاصیت قارچ‌کشی سم زینب ناشی از وجود عناصر .... و .... در آن است.

۱- گوگرد- سدیم ۲- گوگرد- روی ۳- سدیم- روی ۴- منگنز- روی

۱۴۶-کدام گروه جزء قارچ‌کش‌های سیستمیک محسوب می‌شوند؟

۱- کاربندازیم و دودین ۲- کاربندازیم و کاپتان ۳- کاپتان و دودین ۴- بنومیل و تیرام

۱۴۷-کدام گروه جزء مشتقات بنزیمیدازول محسوب می‌شوند؟

۱- بنومیل- کاربندازیم- بیناپاکریل
۲- بنومیل- متیل‌تیوفنات- کاربندازم
۳- کاربندازیم- تیرام- دای‌تیانون
۴- دینوبوتان- پیرازوفوس- میلنوکس

۱۴۸- در ضد عفونی خاک به‌کار می‌رود.

۱- متیل‌بروماید
۲- مخلوط متیل‌بروماید + کلروپیکرین
۳- آیدومتان
۴- هر سه

۱۴۹- در کاهش عارضه گیاه‌سوزی ناشی از مصرف سم، اقدامات زیر ضروری است؟

۱- دز سم کاهش یابد.
۲- شرایط آب و هوایی خشک باشد.
۳- از امولسیفایرها استفاده شود.
۴- هر سه

۱۵۰- مقاومت به سموم مسی در کدام‌یک از باکتری‌های زیر گزارش شده است؟

۱- X. citri
۲- E . carotovora
۳- C. michiganensis
۴- A. tumefaciens

<u>آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۳</u>

۱۵۱- نقش استفاده از سورفاکتانت‌ها در قارچ‌کش‌ها چیست؟

۱- ایجاد چسبندگی
۲- ایجاد سطح تماس بیشتر
۳- کاهش گیاه‌سوزی
۴- هیچ‌کدام

۱۵۲-کدام‌یک از سموم زیر تدخینی می‌باشند؟

۱- اکسامایل
۲- واپام
۳- تمیک
۴- هیچ‌کدام

۱۵۳- بهترین شرایط آب و هوایی برای سمپاشی گوگرد چیست؟

۱- گرم و مرطوب
۲- خنک و بادآلود
۳- خنک و آرام
۴- گرم و خشک

۱۵۴- کدام‌یک از نماتدکش‌های زیر سیستمیک می‌باشند؟

۱- نماکور
۲- متیل‌بروماید
۳- موکاپ
۴- هر سه

۱۵۵- اصطلاح Fungigation به چه معنی می‌باشد؟

۱- سمپاشی قسمت‌های هوایی
۲- ضدعفونی بذر
۳- ضد عفونی خاک
۴- افزودن قارچ‌کش‌ها به سیستم‌های آبیاری

۱۵۶- ضد عفونی بذر با آب داغ بیشتر در مورد چه بیماری‌هایی رایج است؟

۱- سفیدک‌های سطحی
۲- سیاهک‌ها

۳- زنگ‌ها ۴- سفیدک‌های داخلی

۱۵۷- نقش افزودن آهک به بعضی از قارچ‌کش‌ها چیست؟

۱- کاهش گیاه‌سوزی ۲- خاصیت ضد قارچی

۳- خاصیت چسبندگی ۴- هیچ‌کدام

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۴

۱۵۸- سموم .... ترکیباتی هستند که توسط گیاه جذب شده و در آن به گردش در می‌آیند.

۱- محافظتی ۲- عمومی ۳- تماسی ۴- سیستمیک

۱۵۹- سم قارچ‌کش متام سدیم (واپام) از کدام گروه سموم است؟

۱- سموم محافظتی ۲- سموم سیستمیک

۳- سموم برانداز ۴- سموم ضدعفونی کننده

۱۶۰- کدام‌یک از قارچ‌های زیر از گروه سموم صرفاً تماسی- محافظتی محسوب می‌شوند؟

۱- دی‌تیوکاربامات‌ها ۲- بنزیمیدازول‌ها ۳- سموم فسفره ۴- ترکیبات آلی مسی

۱۶۱- کدام سم از گروه بنزیمیدازول‌ها محسوب نمی‌شود؟

۱- بنومیل ۲- کاربندازیم ۳- دینوکاپ ۴- متیل‌تیوفانات

۱۶۲- کدام‌یک از مواد زیر ازعوامل محدود کننده مصرف سموم قارچ‌کش گوگردی غیرآلی است؟

۱- عدم امکان اختلاط با سایر قارچ‌کش‌ها ۲- عدم امکان اختلاط با روغن‌های زمستانی

۳- عدم امکان اختلاط با حشره‌کش‌ها ۴- دوام نسبتاً کوتاه

۱۶۳- کدام عناصر به ترتیب در قارچ‌کش‌های Maneb و Ziram وجود دارد؟

۱- منگنز- روی ۲- روی- آهن ۳- آهن- روی ۴- روی- منگنز

۱۶۴- کدام شاخص برای تعیین درجه سمیت سموم مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

۱- LD50 ۲- LC_{50} ۳- LC_{50} و LD50 ۴- mg/kg

۱۶۵- آنتی‌بیوتیک herbicolin 1 مربوط به کدام‌یک از باکتری‌های زیر است؟

۱- Erwinia ۲- Pseudomonas syringae

۳- Clavibacter ۴- Pantoea

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۵

۱۶۶- سم Bion در گیاه:

۱- القا مقاومت می‌کند. ۲- حالت تماسی دارد.

۳- رشد رویشی گیاه را متوقف می‌کند. ۴- رشد طبیعی باکتری را مختل می‌سازد.

۱۶۷- کارایی سموم گیاهی با کدام‌یک از روش‌های زیر قابل ارزیابی نیست؟

۱- بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ۲- زیست‌سنجی

۳- تهیه فرمولاسیون ۴- آزمون مزرعه‌ای

۱۶۸- کدام اصطلاح به مفهوم ممانعت از جوانه زدن یا رشد میسلیوم به‌وسیله مواد شیمیایی است؟

۱- Fungistatic ۲- Fungicidal ۳- Fungitoxicity ۴- Fungicide

۱۶۹- سم کربوکسین روی .... تأثیر می‌گذارد.

۱- تقسیم سلولی ۲- تنفس ۳- سنتز پروتئین ۴- سنتز دیواره سلولی

۱۷۰- دی‌تیوکاربامات‌ها جزء ترکیبات آلی .... هستند.

۱- فسفاته ۲- مسی ۳- بدون فسفات ۴- گوگردی

۱۷۱- افزایش آهک در قارچ‌کش‌ها برای .... است.

۱- افزایش چسبندگی ۲- کاهش گیاه‌سوزی ۳- افزایش حجم ۴- پخش بهتر سم

۱۷۲- افزایش کدام اسید در مقاومت اکتسابی نقش دارد؟

۱- فوماریک ۲- پیرودیک ۳- سالسیلیک ۴- مالیک

۱۷۳- برای مبارزه با سفیدک سطحی توتون کدام قارچ‌کش مناسب‌تر است؟

۱- دودین ۲- کاپتان ۳- دینوکاپ ۴- گوگرد

۱۷۴- Eradication یعنی:

۱- منزوی و محصور نمودن پاتوژن ۲- ریشه‌کن کردن پاتوژن در مبدأ

۳- احتراز از ایجاد شرایط مناسب برای پاتوژن ۴- اقدام برای محافظت از گیاه میزبان

آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۶

۱۷۵- کدام ماده قدیمی‌ترین کنترل‌کننده بیماری‌های گیاهی محسوب می‌شود؟

۱- آهک ۲- گوگرد ۳- سولفات مس ۴- آب نمک

۱۷۶- Quintozene جزء کدام گروه از قارچ‌کش‌هاست؟

۱- نیمه سیستمیک ۲- اختصاصی ۳- عمومی ۴- انتخابی

۱۷۷- برای مبارزه با سفیدک‌های سطحی کدام قارچ‌کش‌ها مناسب‌ترند؟

۱- تماسی محافظتی ۲- تماسی محافظتی معالجه‌کننده

۳- نیمه سیستمیک ۴- سیستمیک

۱۷۸- زینب جزء .... است.

۱- دی‌تیوکاربامات‌ها ۲- تیوکاربامات‌ها ۳- بنزیمیدازول‌ها ۴- مشتقات نیتراته‌فنل

۱۷۹- سم بنومیل روی .... قارچ تأثیر می‌گذارد.

۱- تغذیه سلولی ۲- تنفس ۳- سنتز پروتئین ۴- سنتز دیواره سلول

<u>آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۷</u>

۱۸۰- کدام‌یک از نماتدکش‌های ذیل تدخینی (فومیگانت) می‌باشند؟

۱- کادزوفوس ۲- فنامیفوس ۳- متام سدیم ۴- هیچ‌کدام

۱۸۱- در زراعت خیار گلخانه‌ای استفاده از سموم تدخینی برای کنترل جمعیت نماتدهای پارازیت گیاهی در خاک در کدام مرحله امکان‌پذیر می‌باشد؟

۱- در مرحله قبل از کاشت بذر ۲- در مرحله بعد از کاشت بذر

۳- در هر دو مرحله قبل و بعد از کاشت بذر ۴- در مرحله پس از ظهور گیاهچه

۱۸۲- استفاده از کدام ماده در برابر عامل بیماری پوسیدگی نرم مؤثر است؟

۱- ترکیبات حاوی کلسیم ۲- ترکیبات حاوی سدیم

۳- ترکیبات حاوی اسیدهای آلی ۴- ترکیبات حاوی مس

۱۸۳- کدام ماده در کنترل بیولوژیکی پوسیدگی نرم کاربرد دارد؟

۱- Blightban ۲- No Gall ۳- Biokeeper ۴- Bacticin

<u>آزمون کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۸</u>

۱۸۴- کدام گروه از موارد زیر موجب تحریک پاسخ‌های دفاعی گیاه می‌شوند؟

۱- فیتوآلکسین‌ها ۲- هورمون‌ها

۳- آنزیم‌ها ۴- الیسیتورها

۱۸۵- کدام‌یک از سموم جزء قارچ‌کش‌های دی‌تیوکاربامات نیست؟

۱- زینب ۲- تیرام

۳- دودین ۴- مانکوزب

۱۸۶- کدام گروه از سموم برای مبارزه با سفیدک‌های پودری مناسب‌تر هستند؟

۱- محافظتی ۲- تماسی

۳- تماسی- محافظتی ۴- سموم با خاصیت براندازی

۱۸۷- کدام دسته از سموم معمولاً از خطر سمیت بیشتری برای انسان برخوردار هستند؟

۱- قارچ‌کش‌های سیستمیک ۲- باکتری‌کش‌ها

۳- قارچ‌کش‌های تماسی ۴- نماتودکش‌ها

۲۷-۲ پاسخنامه

۱-۳)	۲-۴)	۳-۳)	۴-۳)
۵-۳)	۶-۴)	۷-۲)	۸-۲)
۹-۴)	۱۰-۱)	۱۱-۱)	۱۲-۱)
۱۳-۱)	۱۴-۱)	۱۵-۴)	۱۶-۲)
۱۷-۳)	۱۸-۴)	۱۹-۱)	۲۰-۳)
۲۱-۱)	۲۲-۲)	۲۳-۴)	۲۴-۲)
۲۵-۱)	۲۶-۴)	۲۷-۱)	۲۸-۳)
۲۹-۲)	۳۰-۴)	۳۱-۴)	۳۲-۳)
۳۳-۴)	۳۴-۲)	۳۵-۳)	۳۶-۲)
۳۷-۲)	۳۸-۴)	۳۹-۴)	۴۰-۳)
۴۱-۱)	۴۲-۲)	۴۳-۴)	۴۴-۱)
۴۵-۴)	۴۶-۳)	۴۷-۴)	۴۸-۳)
۴۹-۴)	۵۰-۲)	۵۱-۲)	۵۲-۱)
۵۳-۲)	۵۴-۱)	۵۵-۲)	۵۶-۴)
۵۷-۳)	۵۸-۱)	۵۹-۱)	۶۰-۴)
۶۱-۱)	۶۲-۴)	۶۳-۲)	۶۴-۴)
۶۵-۲)	۶۶-۴)	۶۷-۴)	۶۸-۱)
۶۹-۲)	۷۰-۳)	۷۱-۲)	۷۲-۲)
۷۳-۲)	۷۴-۱)	۷۵-۳)	۷۶-۱)
۷۷-۲)	۷۸-۳)	۷۹-۴)	۸۰-۳)
۸۱-۳)	۸۲-۳)	۸۳-۲)	۸۴-۴)
۸۵-۱)	۸۶-۱)	۸۷-۳)	۸۸-۴)
۸۹-۴)	۹۰-۳)	۹۱-۲)	۹۲-۳)
۹۳-۲)	۹۴-۱)	۹۵-۴)	۹۶-۲)
۹۷-۳)	۹۸-۱)	۹۹-۱)	۱۰۰-۳)

۱۰۱-۴)	۱۰۲-۲)	۱۰۳-۴)	۱۰۴-۴)
۱۰۵-۱)	۱۰۶-۳)	۱۰۷-۴)	۱۰۸-۳)
۱۰۹-۳)	۱۱۰-۱)	۱۱۱-۴)	۱۱۲-۲)
۱۱۳-۲)	۱۱۴-۱)	۱۱۵-۳)	۱۱۶-۳)
۱۱۷-۱)	۱۱۸-۲)	۱۱۹-۱)	۱۲۰-۳)
۱۲۱-۴)	۱۲۲-۳)	۱۲۳-۲)	۱۲۴-۳)
۱۲۵-۴)	۱۲۶-۴)	۱۲۷-۲)	۱۲۸-۲)
۱۲۹-۳)	۱۳۰-۳)	۱۳۱-۲)	۱۳۲-۳)
۱۳۳-۱)	۱۳۴-۳)	۱۳۵-۱)	۱۳۶-۳)
۱۳۷-۴)	۱۳۸-۱)	۱۳۹-۴)	۱۴۰-۳)
۱۴۱-۱)	۱۴۲-۱)	۱۴۳-۳)	۱۴۴-۴)
۱۴۵-۲)	۱۴۶-۲)	۱۴۷-۲)	۱۴۸-۴)
۱۴۹-۱)	۱۵۰-۴)	۱۵۱-۲)	۱۵۲-۲)
۱۵۳-۳)	۱۵۴-۱)	۱۵۵-۴)	۱۵۶-۲)
۱۵۷-۱)	۱۵۸-۴)	۱۵۹-۴)	۱۶۰-۱)
۱۶۱-۳)	۱۶۲-۴)	۱۶۳-۱)	۱۶۴-۳)
۱۶۵-۳)	۱۶۶-۱)	۱۶۷-۳)	۱۶۸-۱)
۱۶۹-۳)	۱۷۰-۴)	۱۷۱-۲)	۱۷۲-۳)
۱۷۳-۳)	۱۷۴-۲)	۱۷۵-۲)	۱۷۶-۳)
۱۷۷-۲)	۱۷۸-۱)	۱۷۹-۳)	۱۸۰-۳)
۱۸۱-۱)	۱۸۲-۱)	۱۸۳-۳)	۱۸۴-۱)
۱۸۵-۳)	۱۸۶-۳)	۱۸۷-۴)	

فصل بیست‌وهشتم

آزمون‌های کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز

۱-۲۸ پرسش‌های چهارگزینه‌ای تا سال ۸۸

آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز ۸۰

۱- موادی که بو و طعم آن‌ها باعث دفع حشرات می‌شود، کدام است؟

۱- Attractants ۲- Medlure ۳- Repellent ۴- Trail hormon

۲- Tapa چیست؟

۱- فرومون تجمعی ۲- فرومون جنسی

۳- یک ماده عقیم‌کننده شیمیایی ۴- یک ماده دورکننده شیمیایی

۳- کدام قارچ‌کش در ایجاد مقاومت القایی مؤثر است؟

۱- تری‌سیکلازول (Tricyclazole)

۲- پنتا کلرونیتروبنزن (Penta chloronitrobenzen)

۳- فوزتیل آلومینیوم (Fosethyl-A1)

۴- کلروتالونیل (Chlorothalonil)

۴- اکسی‌کربوکسین روی چه بیماری‌هایی مؤثر است؟

۱- باکتریایی ۲- سیاهک‌ها ۳- زنگ‌ها ۴- سفیدک‌های پودری

۵- از بین بردن کامل یک علف هرز چه نام دارد؟

۱- Eradication ۲- Exclusion ۳- Prevention ۴- Control

۶- کدام علف‌کش از نظر محل عمل با بقیه متفاوت است؟

۱- آترازین ۲- پاراکوات ۳- پروپانیل ۴- فن مدیفام

۷- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر گراس‌کش هستند؟

۱- بروموکسی‌نیل ۲- فنوکساپروپ ۳- دایکوات ۴- 2 و 4 -D

۸- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر متعلق به گروه دی‌نیترو آنیلین‌ها می‌باشد؟

۱- آترازین ۲- آلاکلر ۳- تریفلورالین ۴- لینورون

۹- اگر ذرات علف‌کش به قطر 400 میکرون در سرعت 5 کیلومتر باد در هر ساعت، 2 ثانیه طول بکشد تا از ارتفاع 3 متری به سطح خاک برسد، تقریباً چند ثانیه طول خواهد کشید تا یک قطره علف‌کش به قطر 100 میکرون در همان شرایط به زمین سقوط کند؟

۱- 4 ۲- 8 ۳- 40 ۴- 80

۱۰- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر جهت کنترل گیاهان خشبی دارای کوتیکول ضخیم مناسب‌ترند؟

۱- 2 و 4 -D آمین ۲- MCPA ۳- 2 و 4 و 5 -T ۴- 2 و 4 -D استر

۱۱- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر جهت کنترل علف‌های هرز پهن برگ گندم به‌کار می‌روند؟

۱- بنتازون ۲- تری‌بنورون متیل ۳- دایکلوفوپ متیل ۴- ستوکسی دیم

۱۲- علف‌کش دایورون بر روی کدام‌یک از فعالیت‌های حیاتی گیاه اثر می‌گذارد؟

۱- تنفس ۲- فتوسنتز

۳- سنتز اسیدهای آمینه ۴- سنتز اسیدهای چرب

۱۳- چند لیتر سم علف‌کش در یک مخزن سمپاش 1200 لیتری مورد نیاز است، در صورتی‌که میزان پاشش این سمپاش 240 لیتر در هکتار و مقدار توصیه شده سم علف‌کش 1.5 لیتر در هکتار باشد؟

۱- 2.5 ۲- 5 ۳- 7.5 ۴- 12.5

۱۴- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر جزء علف‌کش‌های تماسی محسوب می‌شوند؟

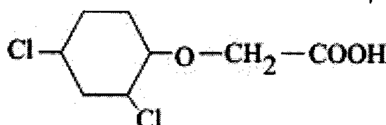
۱- پاراکوات ۲- 2 و 4 -D

۳- گلی‌فوسیت ۴- اتال‌فلورالین

۱۵- محلول 3 در هزار از یک علف‌کش پودر وتابل 60% حاوی چند ppm سم است؟

۱- 1.8 ۲- 180 ۳- 1800 ۴- 6000

۱۶- نام عمومی علف‌کش زیر کدام است؟



۱- DB- 4 و 2   ۲- D- 4 و 2   ۳- MCPA   ۴- کلرید ازون

۱۷- کدام علف هرز زیر به D- 4 و 2 حساس‌تر است؟

۱- Gypsophylla purrigease (گچ دست)   ۲- Polygonum avicolaire (علف هفت‌بند)

۳- Turgenia latifolia (ماستونک)   ۴- Silene conohdea (کوزه قلیائی)

<u>آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز ۸۱</u>

۱۸- نحوه اثر پیروتروئیدها به کدام گروه از ترکیبات زیر شبیه است؟

۱- آنالوگ‌های D.D.T   ۲- ارگانوفسفات‌ها   ۳- دی‌نیتروفنل‌ها   ۴- کاربامات‌ها

۱۹- آنتی‌بیوتیک تولید شده توسط باکتری Bacillus Subtilis کدام است؟

۱- Agrocin   ۲- Gliotoxin   ۳- Fengymycin   ۴- Pyrone

۲۰- LD50 کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر بالاتر است؟

۱- پاراکوات   ۲- ستوکسی‌دیم   ۳- گلی‌فوسیت   ۴- D- 4 و 2

۲۱- کدام‌یک از کلمات زیر به معنی علف‌کش به‌کار می‌رود؟

۱- Herbicide   ۲- Pesticide   ۳- Weedicide   ۴- Weedkiller

۲۲- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر در فرمولاسیون خود دارای Safner هستند؟

۱- ایلوکسان   ۲- پوماسوپر   ۳- تاپیک   ۴- سونالان

۲۳- جذب علف‌کش‌هایی که سیستم انتقال آپوپلاستی دارند از طریق چه اندامی صورت می‌پذیرد؟

۱- برگ   ۲- جوانه انتهایی   ۳- ساقه‌چه   ۴- ریشه

۲۴- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر جهت کنترل علف‌های هرز باریک برگ گندم به‌کار می‌روند؟

۱- دایفنزوکوات- فنوکساپروپ- هالوکسی فاپ

۲- دایکلوفاپ متیل- ترالکوکسیدیم- ستوکسی دیم

۳- هالوکسی فاپ- ترالکوکسیدیم- کلودینافاپ

۴- فلم پروپ ام ایزوپروپیل- دایفنزوکوات- فنوکساپروپ

۲۵- کدام‌یک از فرمولاسیون‌های علف‌کش خطر کمتری جهت کاربرد دارد؟

۱- DF ۲- EC ۳- SL ۴- WP

۲۶- کدام‌یک از محصولات زراعی زیر حساسیت زیادی به علف‌کش D- 4 و 2 دارند؟

۱- پنبه ۲- ذرت ۳- کلزا ۴- گندم

۲۷- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر به صورت سیمپلاستی در داخل گیاه انتقال می‌یابند؟

۱- پاراکوات ۲- بنتازون

۳- تریفلورالین ۴- گلی‌فوسیت

۲۸- بهترین زمان مصرف علف‌کش‌های دارای حرکت سیمپلاستی:

۱- پس از ورود گیاه به مرحله گل‌دهی است.

۲- در شروع فصل و بلافاصله پس از جوانه‌زنی است.

۳- پس از بلوغ کامل گیاه و رسیدن بذور آن است.

۴- زمانی است که علف‌های هرز جوان بوده و از رشد سریع برخوردار هستند.

۲۹- فرم بسیار سمی علف‌کش D- 4 و 2 کدام فرمولاسیون است؟

۱- استری ۲- آمینی ۳- اسیدی ۴- بازی

۳۰- به مصرف علف‌کش پیش از رویش گیاه و علف هرز چه می‌گویند؟

۱- Preplant ۲- Post-emergence

۳- Preplant Corporation ۴- Pre-emergence

۳۱- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر جهت کنترل علف‌های هرز مزارع برنج قابل استفاده است؟

۱- ساترن ۲- پیرامین ۳- بتانال ۴- سافیکس

۳۲- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر از علف‌کش‌های انتخابی است؟

۱- ارسنیت‌ها ۲- کلریدازون ۳- گلی‌فوسیت ۴- پاراکوات

۳۳- فرمولاسیون علف‌کش فن‌مدیفام کدام است؟

۱- امولسیون ۲- پودر و تابل ۳- گرانول ۴- مایع

۳۴- حساس‌ترین قسمت گیاهان زراعی که می‌تواند تحت تأثیر علف‌کش‌ها قرار گیرد کدام است؟

۱- برگ ۲- ریشه ۳- گل آذین ۴- مریستم

آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز ۸۲

۳۵- کدام‌یک از حشره‌کش‌های گیاهی زیر سمیت بیشتری برای انسان دارد؟

۱- آنابازین ۲- روتنون ۳- ریانودین ۴- نیکوتین

۳۶- درجه حرارت بهینه برای فعالیت گوگرد کدام است؟

۱- زیر 18 درجه سانتی‌گراد ۲- 30-25 درجه سانتی‌گراد

۳- بالای 30 درجه سانتی‌گراد ۴- درجه حرارت نقشی در فعالیت گوگرد ندارد.

۳۷- قارچ‌کش منکوزب چه ترکیبی است؟

۱- مخلوط تیرام و روی ۲- مخلوط فربام و روی

۳- مخلوط مانب و یون آهن ۴- مخلوط مانب با یون روی

۳۸- قارچ‌کش متالاکسیل روی کدام گروه از قارچ‌ها مؤثر است؟

۱- Ascomycetes ۲- Basidiomycetes ۳- Oomycetes ۴- Zygomycetes

۳۹- دلیل بروز مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها چیست؟

۱- استفاده از غلظت بالای یک علف‌کش

۲- استفاده ممتد از یک علف‌کش و یا علف‌کش‌های با نحوه عمل متفاوت

۳- استفاده ممتد از یک علف‌کش و یا علف‌کش‌های با نحوه عمل یکسان

۴- استفاده از غلظت پایین یک علف‌کش و یا علف‌کش‌های یک خانواده

۴۰- بهترین زمان کاربرد علف‌کش D- 4 و 2 در گندم کدام است؟

۱- از مرحله 4 برگی تا پنجه‌زنی ۲- از 4 برگی تا قبل از خوشه‌دهی

۳- بعد از پنجه‌زنی و تا قبل از رسیدگی کامل ۴- در مرحله پنجه‌زنی کامل

۴۱- در کشورهای در حال توسعه بیشترین کنترل علف‌های هرز مربوط به کدام‌یک از روش‌های زیر است؟

۱- بیولوژیکی ۲- پیشگیری ۳- شیمیایی ۴- مکانیکی

۴۲- در سمپاشی علف‌کش‌ها هر چه ارتفاع بوم سمپاشی بیشتر باشد هم‌پوشانی نازل‌ها .... و خطر باد برگی .... می‌شود.

۱- بیشتر- بیشتر ۲- بیشتر- کمتر ۳- کمتر- بیشتر ۴- کمتر- کمتر

۴۳- مخلوط کدام‌یک از این علف‌کش‌ها جهت کنترل علف‌های هرز چندساله پهن برگ مناسب‌ترند؟

۱- پاراکوات و 2,4 -D
۲- گلی‌فوسیت و پاراکوات
۳- گلی‌فوسیت و آترازین
۴- گلی‌فوسیت و 2,4 -D

۴۴- چنانچه محلول سمپاشی شده در تمیار سراسری محصولات ردیفی به فاصله ردیف 75 سانتی‌متر 300 لیتر در هکتار باشد و ما بخواهیم نوارهایی به عرض 30 سانتی‌متر روی ردیف را سمپاشی کنیم مقدار محلول سم مصرفی چند لیتر در هکتار خواهد بود؟

۱- 120
۲- 180
۳- 300
۴- 750

۴۵- کدام علف‌کش‌ها بیشترین حساسیت را به تجزیه نوری دارد؟

۱- علف‌کش‌های هورمونی
۲- دی‌نیتروآنیلین‌ها
۳- علف‌کش‌های بازدارنده PSI
۴- علف‌کش‌های بازدارنده PSII

۴۶- نام عمومی علف‌کش آونج چیست؟

۱- پاراکوات
۲- دایفنزوکوات
۳- دایکوات
۴- سایکلوات

۴۷- کدام علف‌کش دارای LD50 بالاتری است؟

۱- پاراکوات
۲- دایکلوفاپ
۳- گلی‌فوسیت
۴- 2,4 -D

۴۸-کدام‌یک از دشمنان طبیعی در کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز موفق‌ترند؟

۱- پرندگان
۲- حشرات
۳- نماتدها
۴- ویروس‌ها

۴۹-از علف‌کش‌های زیر کدام‌یک از طریق سیمپلاستی در گیاه انتقال پیدا می‌کند؟

۱- بنتازون
۲- پاراکوات
۳- لینورون
۴- گلی‌فوسیت

<u>آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز ۸۳</u>

۵۰- در یک مبارزه شیمیایی موفق علیه یک آفت کدام عامل مهم‌ترین است؟

۱- تکرار سمپاشی علیه آفت
۲- دانستن غلظت مناسب سم
۳- در دسترس داشتن سم قوی
۴- شناسایی مرحله حساس آفت

۵۱- عقیم کردن حشرات به منظور کنترل آن‌ها، با کدام‌یک از اصول اکولوژیک زیر ارتباط دارد؟

۱- Adaptation
۲- Growth development
۳- Reproduction
۴- Competitive displacement

۵۲- اگر برای کنترل علف‌های هرز یک مزرعه 5 هکتاری در زمان آیش از علف‌کش 20% Paraquat به میزان یک کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار استفاده شود، میزان کل علف‌کش تجاری لازم چند لیتر خواهد بود؟

۱- 5 ۲- 10 ۳- 15 ۴- 25

۵۳- برای سمپاشی یک مزرعه به وسعت 2000 متر مربع بر علیه علف‌های هرز ذرت، چند گرم علف‌کش آترازین 80% پودر و تابل موردنیاز است؟ مقدار توصیه شده سم 3.2 کیلوگرم در هکتار ماده مؤثر می‌باشد.

۱- 64 ۲- 80 ۳- 640 ۴- 800

۵۴- محلول 2 در هزار سم تجاری که به صورت پودر و تابل 30% ماده فعال است حاوی چند ppm ماده فعال می‌باشد؟

۱- 300 ppm ۲- 600 ppm ۳- 3000 ppm ۴- 6000 ppm

۵۵- انتخابی عمل کردن علف‌کش سیمازین در کنترل علف‌های هرز مزرعه ذرت مربوط به چیست؟

۱- تفاوت در جذب کردن
۲- تفاوت در خیس شدن
۳- تفاوت فیزیولوژیک ذرت و علف‌های هرز
۴- تفاوت در زمان مصرف علف‌کش

۵۶- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر به عنوان یک علف‌کش تماسی برای کنترل علف‌های هرز پهن برگ در مزارع گندم به‌کار می‌رود؟

۱- 2 و 4 -D ۲- Bromoxynil ۳- MCPA ۴- Picloram

۵۷- اندازه مناسب قطرک‌ها در سمپاش‌های معمولی به منظور کنترل علف‌های هرز کدام است؟

۱- بین 10 تا 100 میکرون
۲- بین 100 تا 200 میکرون
۳- بین 200 تا 400 میکرون
۴- بین 800 تا 1000 میکرون

۵۸- دو منظوره عمل کردن علف‌کش آسرت (ایمازامتابنز) به این معنی است که این علف‌کش:

۱- به عنوان یک حشره‌کش نیز عمل می‌کند.
۲- هم علف‌های هرز پهن برگ و هم علف‌های هرز نازک برگ را کنترل می‌کند.
۳- به عنوان یک هورمون رشد برای گیاه اصلی نیز عمل می‌کند.

۴- هم به صورت پس‌رویشی و هم به صورت پیش‌رویشی مصرف می‌شود.

۵۹- چرا علف‌کش پاراکوات در تماس با خاک، اثر علف‌کشی خود را از دست می‌دهد؟

۱- به علت تجزیه نوری در سطح خاک

۲- به علت فراریت یا تبخیر شدید

۳- به علت تجزیه میکروبی در خاک

۴- به علت جذب سطحی علف‌کش روی کلوئیدهای خاک

۶۰- در کدام‌یک از محصولات زیر می‌توان برای کنترل علف‌های هرز پهن برگ از علف‌کش‌های پاراکوات و متری‌بوزین در زمان مناسب خود استفاده کرد؟

۱- چغندر قند ۲- ذرت ۳- سیب‌زمینی ۴- گندم

۶۱- باقیمانده کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر به نسبت مدت طولانی‌تری در خاک باقی می‌ماند؟

۱- آترازین ۲- اتال فلورالین ۳- تری فلورالین ۴- نیترالین

۶۲- پدیده Epinasty نشانه عمل کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر است؟

۱- پاراکوات ۲- D- 4 و 2 ۳- گلیفوسیت ۴- ستوکسی دیم

۶۳- چه رابطه‌ای بین ویژگی‌های رویشی علف‌های هرز و فعالیت علف‌کش‌ها وجود دارد؟

۱- هر چه گیاه مسن‌تر، بافت‌های متابولیکی بیشتر، حساسیت به علف‌کش‌ها بیشتر

۲- هر چه گیاه جوان‌تر، بافت‌های متابولیکی فعال‌تر، حساسیت به علف‌کش‌ها بیشتر

۳- هر چه سرعت رشد گیاه کمتر، اندام‌ها تکامل یافته‌تر، حساسیت به علف‌کش‌ها کمتر

۴- سن گیاه و سرعت رشد آن تأثیری در فعالیت بافت‌های آن نداشته و نسبت به کارایی علف‌کش بی‌تأثیر است.

۶۴- مهم‌ترین عیب علف‌کش‌های بازدارنده ACCase (گراس‌کش‌ها) چیست؟

۱- آلودگی محیط زیست

۲- کنترل ناکافی

۳- امکان بالای مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها

۴- قیمت گران

۶۵- کدام‌یک از شرایط زیر برای تجزیه علف‌کش‌ها در خاک توسط میکروارگانیسم‌ها مساعدتر است؟

۱- خاک سرد و خشک با تهویه خیلی خوب و pH قلیایی شدید

۲- وجود مواد غذایی فراوان (N,P,K) و تهویه مناسب

۳- خاک گرم و مرطوب و pH اسیدی شدید

۴- تهویه خیلی خوب محیط و pH اسیدی شدید

۶۶- علف‌کش‌های خانواده اوره روی کدام فرایند فیزیولوژیکی گیاه تأثیر می‌گذارد؟

۱- فتوسنتز ۲- تنفس

۳- جذب آب و مواد معدنی ۴- تقسیم سلولی

۶۷- چرا علف‌کش‌های روغنی، راحت‌تر از سطح برگ عبور می‌کنند؟

۱- زیرا هیدروفیل هستند و راحت‌تر از سطح برگ رد می‌شوند.

۲- زیرا در سطح برگ کمتر تجزیه شده و بیشتر وارد برگ می‌شوند.

۳- این علف‌کش‌ها پوشش کمتری به سطح برگ داده و راحت‌تر جذب می‌شوند.

۴- زیرا لیپوفیلندو قادرند موم سطح خارجی برگ را حل کرده و راحت‌تر عبور کنند.

آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز ۸۴

۶۸- یکی از مشکلات ترکیبات سمی مانند مخلوط بردو، برگ سوزنی و زنگاری شدن میوه‌ها در هنگام مصرف در هوای خشک و مرطوب است. برای کاهش این خطر چه می‌توان کرد؟

۱- کاهش مقدار گوگرد ۲- افزایش مقدار آب نسبت به آهک

۳- افزایش نسبت آهک به سولفات مس ۴- کاهش نسبت آهک به سولفات مس

۶۹- کدام‌یک بعد از مصرف در خاک گاز تولید می‌کنند و جزء مواد ضد عفونی‌کننده تدخینی یا Fumigans برای مصارف عمومی قبل از کاشت استفاده می‌شوند؟

۱- کلروپیکرین- زیرام ۲- متیل‌بروماید- واپام ۳- ورلکس- تیرام ۴- واپام- تیرام

۷۰- سم مؤثر بر علیه انگل سس کدام است؟

۱- تری‌سیکلازول ۲- داکتال ۳- گامکسان ۴- کاپتان

۷۱- سم مؤثر علیه بیماری‌های فیتوپلاسمایی کدام است؟

۱- تتراسیکلین ۲- تری سیکلازول ۳- زینب ۴- مانکوزب

۷۲- مخلوط بردو چیست؟

۱- مخلوط سولفات‌روی و آهک ۲- مخلوط کات‌کبود و سولفات‌روی و آب

۳- مخلوط کات‌کبود و آب ۴- مخلوط کات‌کبود- آهک و آب

۷۳-قارچ‌کش منکوزب چه ترکیبی است؟

۱- مخلوط مانب با یون آهن ۲- مخلوط مانب با یون روی

۳- مخلوط زینب با یون روی ۴- مخلوط زینب با یون آهن

۷۴-بومی با 10 نازل که فاصله نازل‌ها از یکدیگر 50 سانتی‌متر است چنانچه روی تراکتوری که سرعت آن 6 کیلومتر در ساعت است سوار باشد پس از چند دقیقه یک هکتار را سمپاشی می‌کند؟

۱- 6 ۲- 10 ۳- 12 ۴- 20

۷۵-کدام عبارت زیر صحیح است؟

۱- علف‌کش‌های قطبی در مواد قطبی حل نمی‌شوند.

۲- علف‌کش‌های غیرقطبی در مواد قطبی حل می‌شوند.

۳- علف‌کش‌های قطبی در مواد غیرقطبی بهتر حل می‌شوند.

۴- علف‌کش‌های قطبی بهتر از علف‌کش‌های غیرقطبی در آب حل می‌شوند.

۷۶-کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر روی گراس‌ها اثر می‌کنند و خطر بروز مقاومت در آن‌ها نیز بالاست؟

۱- علف‌کش‌های بازدارنده آنزیم استولاکتات سینتتاز

۲- علف‌کش‌های بازدارنده آنزیم استیل کوآنزیم A

۳- علف‌کش‌های بازدارنده فتوسیستم 1

۴- علف‌کش‌های بازدارنده تقسیم سلولی

۷۷-کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر جهت کنترل یولاف وحشی و خردل وحشی در گندم مناسب‌ترند؟

۱- ایمازامتابنز ۲- MCPA+2,4-D ۳- تری‌بنورون متیل ۴- کلودینافوپ

۷۸-جذب سطحی یک علف‌کش چیست؟

۱- جذب علف‌کش‌ها توسط گیاهان ۲- جذب علف‌کش‌ها از سطح کلوئیدها

۳- جذب علف‌کش‌ها توسط کلوئیدهای خاک ۴- جذب علف‌کش‌ها به سطح خاک

۷۹-برای کاهش جمعیت علف‌های هرز چند ساله در زمین‌های آیش کدام علف‌کش مؤثرتر است؟

۱- اپتام ۲- پاراکوات ۳- تو- فور- دی ۴- گلی‌فوسیت

۸۰- مویان و حمل‌کننده با چه هدفی به فرمولاسیون علف‌کش‌ها اضافه می‌شوند؟

۱- افزایش چسبندگی- ضدکف ۲- بهبود جذب- یکنواختی توزیع

۳- ضدکف- بهبود جذب ۴- ضدکف- سهولت پاشش

۸۱- افزایش مویان (Surfactant) به علف‌کش‌ها چه تأثیری در کارایی آن‌ها دارد؟

۱- افزایش تنش بین علف‌کش و سطح برگ

۲- افزایش انتخابی عمل کردن علف‌کش

۳- افزایش سرعت خشک شدن علف‌کش روی برگ

۴- اصلاح و تنظیم میزان آب دوستی و موم دوستی سطح برگ

۸۲- اگر علف‌کش غیرقطبی شاخ و برگ پاش را بدون استفاده از مویان روی گیاهان بپاشیم، در مسیر عبور از کوتیکول، مهم‌ترین مانع ورود سم به درون گیاه کدام است؟

۱- سلولز ۲- لایه موم سطحی

۳- لایه پکتین ۴- لایه‌های مومی، پکتینی و کوتینی

۸۳- ماده شیمیایی که برای ضدعفونی کردن خاک به درون آن تزریق می‌شود، کدام است؟

۱- آترازین ۲- هورمون CCC ۳- متیل‌برومااید ۴- اتیلن

۸۴- فرمولاسیون علف‌کش‌هایی که ماده مؤثر آن قابلیت حل شدن در آب را نداشته باشد به چه صورت می‌باشد؟

۱- امولسیون ۲- جاری شونده

۳- پودر تر شونده (وتابل) ۴- گرانول

۸۵- میزان آب‌شویی یک علف‌کش عمدتاً با توجه به کدام‌یک از عوامل زیر تعیین می‌شود؟

۱- رابطه آبی ۲- میزان زیست توده

۳- میزان دیفیوژن (پخشیدگی) ۴- روابط جذب سطحی میان علف‌کش و خاک

۸۶- فرمولاسیون استر تو، فور- دی محلول در .... است.

۱- آب ۲- روغن ۳- آب و روغن ۴- امولسیون

۸۷- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر به صورت پیش‌کاشت و مخلوط با خاک (PP) به کار می‌رود؟

۱- تری‌فلورالین ۲- پاراکوات ۳- گلی‌فوسیت ۴- تو، فور- دی

۸۸- برای اینکه میزان پاشش را در زمان سمپاشی زیاد کنیم ....

۱- سرعت، فشار و تعداد نازل‌ها را زیاد می‌کنیم.

۲- سرعت، اندازه و تعداد نازل‌ها را زیاد می‌کنیم.

۳- سرعت، فشار و اندازه نازل‌ها را زیاد می‌کنیم.

۴- فشار سمپاش، تعداد و اندازه نازل‌ها را زیاد می‌کنیم.

۸۹- به طور کلی، کدام‌یک از شرایط زیر باعث کاهش جذب علف‌کش‌ها توسط گیاه می‌شود؟

۱- نور بالا، درجه حرارت کم و رطوبت نسبی بالا

۲- رطوبت نسبی بالا، حرکت آرام هوا و درجه حرارت بالا

۳- رطوبت نسبی و درجه حرارت بالا و نور کم

۴- درجه حرارت و رطوبت نسبی بالا و حرکت آرام هوا

۹۰- کدام‌یک از ویژگی‌های گیاهی زیر نمی‌تواند ناشی از آثار زیان‌بار علف‌کش‌ها باشد؟

۱- عدم جوانه‌زنی بذر یا متورم شدن ساقه

۲- پنجه‌زنی کمتر و افزایش تعداد بذور در علف‌های هرز

۳- منع تقسیم سلولی یا متورم و کوتوله ماندن ریشه

۴- فرم غیرطبیعی پیدا کردن برگ‌ها و کلروزه شدن آن‌ها

۹۱- در علف‌کش‌هایی که به صورت دانه یا گرانول فرموله می‌شوند میزان ماده مؤثر آن‌ها بین .... درصد است.

۱- 2 تا 20 ۲- 20 تا 40 ۳- 40 تا 80 ۴- 30 تا 40

۹۲- انتقال آپوپلاستی چیست؟

۱- انتقال از طریق سیتوپلاسم

۲- انتقال از طریق آوندهای آبکش

۳- انتقال از طریق آوندهای چوبی

۴- انتقال از طریق آوندهای چوبی و آبکش

آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز ۸۵

۹۳- قارچ‌کش‌های کدام‌یک از گروه‌های زیر هم روی Oomycota و هم روی بازیدیومیکوتا و آسکومیکوتاها مؤثرند؟

۱- Benzimidazoles

۲- Phenyl Amides

۳- Strobilurins

۴- Triazoles

۹۴- در کنترل شیمیایی آفات مهم‌ترین نکته:

۱- انتخاب زمان صحیح سمپاشی
۲- انتخاب نوع سمپاش
۳- انتخاب نوع فرمولاسیون سم
۴- انتخاب حجم مناسب محلول‌پاشی

۹۵- کدام‌یک از گروه‌های قارچ‌کش زیر از طریق ممانعت از سنتزکیتین روی قارچ عمل می‌نماید؟

۱- Imidazoles
۲- Polyoxins
۳- Piperazines
۴- Strobilurins

۹۶- متابولیت‌های موجود در گیاهان که باعث تحریک حشرات و پاسخ از سوی آن‌ها می‌شوند را چه می‌نامند؟

۱- Allomones
۲- Allelochemicals
۳- Kairomones
۴- Pheromones

۹۷- در کنترل زوال گلابی (Pear Decline) تزریق کدام ترکیب شیمیایی زیر در تنه درخت مؤثر است؟

۱- آمپی‌سیلین
۲- بنومیل
۳- تتراسیکلین
۴- پنی‌سیلین

۹۸- دی‌تیوکاربامات‌ها جزء کدام ترکیب زیر هستند؟

۱- آلی مسی
۲- آلی گوگردی
۳- آلی فسفره
۴- آلی کلره

۹۹- حرکت قارچ‌کش‌های سیستمیک عمدتاً در گیاه به چه صورت است؟

۱- Cortex
۲- Apoplast
۳- Symplast
۴- Apoplast و Symplast

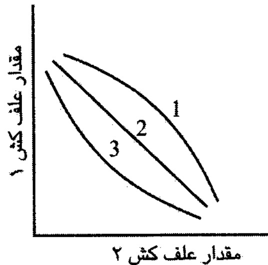
۱۰۰- کدام عامل محیطی بیشترین اثر را در تجزیه علف‌کش تریفلورالین دارد؟

۱- اکسیژن
۲- رطوبت
۳- درجه حرارت
۴- نور

۱۰۱- خاک با رطوبت کم سبب چه واکنشی در خاک می‌شود؟

۱- جذب سطحی بیشتر علف‌کش و کاهش فراریت
۲- جذب سطحی کمتر علف‌کش و افزایش فراریت
۳- جذب سطحی بیشتر علف‌کش و افزایش فراریت
۴- جذب سطحی کمتر علف‌کش و کاهش فراریت

۱۰۲- با توجه به شکل زیر کدام‌یک از پاسخ‌های زیر صحیح است؟



۱- منحنی 1 معرف اثر سینرجیستی و منحنی 2 معرف اثر آنتاگونیستی است.

۲- منحنی 1 معرف اثر آنتاگونیستی و منحنی 3 معرف اثر سینرجیستی است.

۳- منحنی 1 معرف اثر سینرجیستی و خط 3 اثر آنتاگونیستی است.

۴- منحنی 2 معرف اثر سینرجیستی و خط 3 معرف اثر آنتاگونیستی است.

۱۰۳- در کاربرد متوالی کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر در یک مزرعه احتمال بروز مقاومت بیشتر است؟

۱- تریفلورالین ۲- تری‌بنورون‌متیل ۳- گلی‌فوسیت ۴- 2,4-D

۱۰۴- به طور کلی با افزایش دما کدام‌یک از حالات زیر اتفاق می‌افتد؟

۱- فشار بخار، تجزیه، فراریت و حلالیت علف‌کش بیشتر می‌شود.

۲- فشار بخار، تجزیه علف‌کش کاهش یافته و فراریت و حلالیت علف‌کش افزایش می‌یابد.

۳- تجزیه علف‌کش کاهش یافته و فشار بخار، فراریت و حلالیت آن کم می‌شود.

۴- بر فشار بخار و تجزیه علف‌کش بی‌تأثیر است ولی فراریت و حلالیت آن را کم می‌کند.

۱۰۵- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر خاصیت جلبک‌کشی هم دارد؟

۱- هالوکسی‌فوپ‌متیل (Gallant®) ۲- فن‌مدیفام (Betanal®)

۳- آلاکلر (Lasso®) ۴- آکرولین (Magnacide®)

۱۰۶- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر پایایی (دوام) بیشتری در خاک دارند؟

۱- EPTC ۲- 2,4-D ۳- تریفلورالین ۴- تری‌بنورون متیل

۱۰۷- فرمولاسیون جاری‌شونده (Flowable) علف‌کش، به کدام نوع فرمولاسیون نزدیک‌تر است؟

۱- امولسیون ۲- پودر تر شونده (وتابل)

۳- گرانول ۴- مایع محلول در آب

۱۰۸- کدام‌یک از فرمولاسیون‌های 2,4-D در ایران به کار می‌رود؟

۱- فرم استری
۲- فرم اسیدی
۳- فرم نمک آمینی
۴- هم فرم آمینی و هم استری

۱۰۹- افزودن Safner به فرمولاسیون علف‌کش باعث .... می‌شود.

۱- افزایش کارایی علف‌کش
۲- کمک به جذب بهتر علف‌کش
۳- انتقال بهتر علف‌کش
۴- محافظت گیاه زراعی در برابر علف‌کش

۱۱۰- علف‌کش‌های پاراکوات، دس‌مدیفام، آترازین و دیکلوفوپ متیل به‌ترتیب از کدام خانواده هستند؟

۱- آمیدها، تیوکاربامات‌ها، بنزوئیک‌ها و کاربامات‌ها
۲- بنزوئیک‌ها، کاربامات‌ها، تریازین‌ها و آمیدها
۳- بای‌پیریدیلیوم‌ها، کاربامات‌ها، تریازین‌ها و اریلوکسی‌فنوکسی‌ها
۴- بای‌پیریدیلیوم‌ها، تیوکاربامات‌ها، آمیدها و اریلوکسی‌فنوکسی‌ها

۱۱۱- کدام شاخص برای نشان دادن پایایی (دوام) علف‌کش‌ها در خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

۱- نیمه عمر (Half ilfe)
۲- LD_{50}
۳- LC_{50}
۴- دوره کارنس

۱۱۲- یکی از مهم‌ترین دلایل انتخابی عمل کردن علف‌کش‌های تماسی در گیاهان باریک‌برگ و پهن برگ در مراحل اولیه رشد این است که:

۱- نقطه رویش در باریک برگ‌ها معمولاً در زیر خاک و پوشیده، نقطه رویشی پهن برگ‌ها بالای سطح خاک و بدون محافظ است.
۲- نقاط رویشی اکثر پهن برگ‌ها بالای سطح خاک قرار دارد و با محافظ است.
۳- نقاط رویشی باریک برگ‌ها در هنگام خارج شدن از سطح خاک بدون محافظ است.
۴- تفاوتی بین نقاط رویشی باریک برگ‌ها و پهن برگ‌ها در هنگام خارج شدن از خاک وجود ندارد.

۱۱۳- علف‌کش‌های آپوپلاستیک علف‌کش‌هایی هستند که ....

۱- برگ مصرف هستند.
۲- حرکت آن‌ها در سلول‌های زنده است.
۳- سرعت حرکت بالا در گیاه دارند.
۴- در آوندهای چوبی حرکت می‌کنند.

۱۱۴- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر در صورت مصرف در خاک سیستمیک ولی در صورت کاربرد پس‌رویشی به صورت تماسی عمل می‌کند؟

۱- آترازین ۲- پاراکوات ۳- 2,4-D ۴- گلی‌فوسیت

۱۱۵- مناسب‌ترین دما (درجه سانتی‌گراد) برای تجزیه میکروبی علف‌کش‌ها در خاک کدام است؟

۱- 5 ۲- 10 ۳- 15 ۴- 25

۱۱۶- ظرفیت جذب سطحی خاک با .... رس و ماده آلی خاک ....، لذا علف‌کش بیشتری برای مهار (کنترل) علف‌های هرز لازم است.

۱- افزایش- کاهش می‌یابد. ۲- افزایش- افزایش می‌یابد.

۳- کاهش- افزایش می‌یابد. ۴- کاهش- تغییر نمی‌کند.

۱۱۷- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر جهت کنترل توأم علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در گندم به کار می‌رود؟

۱- 2,4-D ۲- تری‌بنورون‌متیل

۳- مخلوط MCPA+2,4-D ۴- ایمازامتابنز

۱۱۸- کاربرد کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر برای کشت گندم بعد از ذرت ممکن است مشکل‌ساز باشد؟

۱- آترازین ۲- آلاکلر ۳- فوزیلید ۴- EPTC

۱۱۹- خصوصیات عمده علف‌کش‌های بازدارنده سنتز آنزیم ALS شامل ....

۱- دز مصرفی بالا- پایداری در خاک ۲- دز مصرفی کم- سمیت کم برای حیوانات

۳- دز مصرفی بالا- سمیت کم برای حیوانات ۴- دز مصرفی کم- عدم پایداری در خاک

۱۲۰- دلیل عدم کارایی علف‌کش پاراکوات در صورت کاربرد در خاک چیست؟

۱- تبخیر از سطح خاک ۲- تجزیه توسط میکروارگانیسم‌ها

۳- جذب توسط کلوئیدهای خاک ۴- شستشو و نفوذ به لایه‌های پایین خاک

۱۲۱- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر می‌تواند یولاف وحشی را در مزارع جو به خوبی کنترل کند؟

۱- کلودینافوپ پروپارژیل ۲- دی فنزوکوات متیل سولفات

۳- گلایوکسی فوپ متیل ۴- متسولفورون متیل

۱۲۲- کدام‌یک از شرایط زیر مساعد فعالیت میکروارگانیسم‌های هوازی خاک برای تجزیه علف‌کش‌هاست؟

۱- خاک سرد و خشک، pH اسیدی شدید

۲- خاک گرم و مرطوب، pH متوسط و فقر غذایی خاک

۳- وجود باکتری‌ها و اکتینومایس‌ها در خاک با pH اسیدی شدید

۴- وجود عناصر غذایی فراوان در خاک نظیر N,P,K و هوادهی مناسب خاک

۱۲۳- در کدام‌یک از مراحل زیر غلات نسبت به علف‌کش‌های شبه هورمونی یا تنظیم‌کننده‌های رشد مقاوم هستند؟

۱- مرحله جوانه‌زنی بذر و بعد از خمیری شدن آن

۲- مرحله پنجه‌زنی کامل غلات و بعد از خمیری شدن بذر

۳- مرحله به خوشه رفتن، به گل نشستن و خمیری شدن

۴- مرحله پنجه‌زنی، به گل نشستن و خمیری شدن آن

آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز ۸۶

۱۲۴- از مصرف قارچ‌کش‌های گوگردی بر علیه سفیدک‌های سطحی در چه مواردی باید خودداری کرد؟

۱- در مزارع جالیزکاری و صیفی‌جات ۲- در باغات سیب و آلو

۳- روی رز و درختان گلابی ۴- روی گل سرخ و توتون

۱۲۵- کدام‌یک از سموم زیر جزء نسل سوم آفت‌کش‌هاست؟

۱- اتیون ۲- پایروپیروکسیفن ۳- دیازینون ۴- کنفیدور

۱۲۶- مهم‌ترین مانعی که بر سر راه یک علف‌کش غیرقطبی که به شاخ و برگ پاشیده می‌شود، کدام‌یک از قسمت‌های زیر است؟

۱- لایه پکتینی ۲- لایه مومی

۳- دیواره سلولزی ۴- لایه‌های مومی، پکتینی و کوتینی

۱۲۷- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر جهت کنترل خردل وحشی در غلات پائیزه، استفاده می‌شود؟

۱- اکسی‌فلورفن ۲- بنزوئیل‌پروپ‌اتیل ۳- تریفلورالین ۴- تری‌بنورون‌میتل

۱۲۸- مقاومت به علف‌کش‌ها در کدام گیاه زیر بیشتر گزارش شده است؟

۱- Aegilops squarrosa
۲- Convolvulus arvensis
۳- Chenopodium album
۴- Lolium rigidum

۱۲۹- کدام‌یک از شرایط زیر مساعد میکرو ارگانیسم‌های هوازی خاک برای تجزیه علف‌کش‌هاست؟

۱- وجود مواد غذایی فراوان (K,P,N) با اکسیژن مناسب
۲- باکتری‌ها، اکتینومیست‌ها در خاک‌های با pH اسیدی به سرعت گسترش می‌یابند و علف‌کش‌ها را تجزیه می‌کنند.
۳- خاک گرم و مرطوب با تهویه خیلی خوب و pH متوسط بهترین شرایط برای رشد میکرو ارگانیسم‌هاست.
۴- خاک سرد و خشک با تهویه خیلی خوب و pH اسیدی بهترین شرایط برای رشد میکروارگانیسم‌هاست.

۱۳۰- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر مختل‌کننده تقسیم سلولی (میتوز) است؟

۱- آترازین
۲- اتال‌فلورالین
۳- دیورون
۴- متری بوزین

۱۳۱- نیم عمر علف‌کشی 2 ماه است. چنانچه مصرف در هکتار آن 480 گرم ماده مؤثر باشد، پس از 10 ماه چند گرم از این سم در خاک باقی می‌ماند؟

۱- 15
۲- 60
۳- 120
۴- 7.5

۱۳۲- دوام کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر در خاک زیادتر است؟

۱- تو، فور- دی
۲- Picloram
۳- Simazine
۴- Trifluralin

۱۳۳- در نازل‌های با زاویه بازتر نوار پاشش و اندازه قطرک‌ها چگونه است؟

۱- نوار ضخیم‌تر و قطرک‌ها درشت‌تر است.
۲- نوار ضخیم‌تر و قطرک‌ها کوچک‌تر است.
۳- نوار نازک‌تر و قطرک‌ها کوچک‌تر است.
۴- نوار نازک‌تر و قطرک‌ها نیز نازک‌تر است.

۱۳۴- بر اثر کاربرد مداوم کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر، مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها سریع‌تر ایجاد می‌شود؟

۱- ممانعت‌کنندگان از Photosynthesis
۲- ممانعت‌کنندگان از تقسیم سلولی
۳- ممانعت‌کنندگان از آنزیم ACCase
۴- ممانعت‌کنندگان از آنزیم EPSP

۱۳۵- سمپاشی با گنجایش 5000 لیتر می‌تواند 200 لیتر محلول را در هکتار بپاشد. سم مورد استفاده دارای 0.5 کیلوگرم ماده مؤثر در لیتر است که باید حداقل 2 کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار پاشیده شود. مقدار سم مورد نیاز برای پر کردن مخزن این سمپاش باید چند لیتر باشد؟

۱- 100 ۲- 125 ۳- 150 ۴- 250

۱۳۶- ویژگی‌های محلول بودن در آب و سرعت عمل بالا مربوط به کدام علف‌کش می‌باشد؟

۱- تو، فور- دی ۲- پاراکوات ۳- گلی‌فوسیت ۴- ستوکسی دیم

۱۳۷- کدام‌یک از کاربردهای علف‌کش کمترین تأثیر را از محیط خاک می‌پذیرد؟

۱- پیش‌رویشی ۲- پیش‌کاشت ۳- پس‌رویشی ۴-پیش‌کاشت‌آمیخته‌باخاک

۱۳۸- علف‌کش‌های گروه بای‌پیریدلیوم به چه طریقی باعث از بین رفتن علف‌های هرز می‌شوند؟

۱- جلوگیری از تقسیم سلولی
۲- جلوگیری از سنتز پروتئین
۳- جلوگیری از بیوسنتز اسیدهای چرب
۴- تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن

۱۳۹- مناسب‌ترین زمان کاربرد علف‌کش‌های سیمپلاستی جهت کنترل علف‌های هرز چند ساله با اندام‌های زیرزمینی کدام است؟

۱- در انتهای فصل رشد
۲- در ابتدای جوانه‌زنی
۳- زمان گل‌دهی
۴- 5-6 برگی

۱۴۰- در صورت مصرف کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر در مزرعه ذرت، کشت گیاهان پائیزه با مشکل مواجه خواهد شد؟

۱- آلاکلر ۲- آترازین ۳- تو، فور- دی ۴- EPTC

۱۴۱- کدام‌یک از گروه‌های علف‌کش زیر بازدارنده فتوسیستم 2 می‌باشند؟

۱- ایمیدازولینون‌ها
۲- دی‌نیتروآنیلین‌ها
۳- سولفونیل‌اوره‌ها
۴- کاربامات‌ها

۱۴۲- کدام‌یک از فرم‌های تو، فور- دی بیشترین مصرف را در ایران دارند؟

۱- فرم نمک آمینی
۲- فرم اسیدی
۳- فرم بازی
۴- هر سه

آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز ۸۷

۱۴۳- کدام گروه از علف‌کش‌های زیر بازدارنده فتوسنتز در قسمت فتوسیستم 2 می‌باشد؟

۱- ایمیدوزولینون‌ها ۲- دی‌نیتروآنیلین‌ها ۳- سولفونیل‌اوره‌ها ۴- کاربامات‌ها

۱۴۴- اگر بعد از سمپاشی یک مزرعه گندم توسط علف‌کش تو، فور، دی متوجه شدیم که مقدار علف‌کش به کار رفته بیشتر از حد معمول بوده و احتمال دارد به گیاهان اصلی صدمه وارد شود، بهترین روش ایمنی برای به حداقل رساندن صدمه کدام است؟

۱- دور آبیاری را کم کنیم تا با آبیاری زیاد، علف‌کش از خاک شسته شود.

۲- مزرعه را دوباره بذرپاشی کنیم تا بذرهای جدید گیاهان سالم تولید کند.

۳- تقویت گیاهان با کود (مصرف قدری بیشتر از حد معمول) و آبیاری به موقع

۴- از برداشت عملکرد (دانه) صرف‌نظر کرده و مزرعه را به چرای دام اختصاص دهیم.

۱۴۵- کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد علف‌کش‌های آپوپلاستیک صحیح نمی‌باشد؟

۱- محل نهایی ذخیره شدن آن‌ها برگ است.

۲- در آوندهای چوبی حرکت می‌کنند.

۳- مسیر حرکت آن‌ها شامل سلول‌های غیر زنده است.

۴- عمدتاً برگ مصرف هستند.

۱۴۶- همه علف‌کش‌های زیر در آب تولید امولسیون می‌کنند بجز:

۱- آترازین ۲- ایوکسی‌نیل ۳- اکسی‌فلورفن ۴- دایکلوفوپ

۱۴۷- مکانیزم عمل علف‌کش‌های گروه سولفونیل اوره کدام است؟

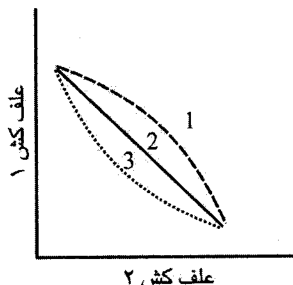
۱- بازدارنده تقسیم میتوز

۲- بازدارنده فتوسنتز در فتوسیستم 2

۳- بازدارنده فعالیت آنزیم ACCase

۴- بازدارنده فعالیت آنزیم ALS (استولاکتیک‌سینتاز)

۱۴۸- خطوط هم‌سنگ در علف‌کش در شکل زیر معرف چیست؟



۱- Antagonism (1) Synergism (3) Additive (2)

۲- Antagonism (1) Additive (2) Synergism (3)

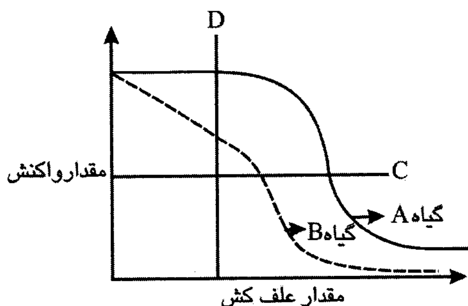
۳- Synergism (3) Additive (2) Antagonism (1)

۴- Synergism (3) Antagonism (1) Additive (2)

۱۴۹- دی‌نیتروآنیلین‌ها با کدام‌یک از مواد زیر تداخل دارند که سبب جلوگیری از تقسیم سلول می‌شوند؟

۱- توبولین ۲- کروماتین ۳- نوکلئوتید ۴- کروموزوم

۱۵۰- در نمودار مقابل:



۱- C نشان می‌دهد که دو گیاه به مقدار علف‌کش هر چه باشد واکنش مساوی نشان می‌دهند و D نشان می‌دهد که دو گیاه در مقدار مساوی علف‌کش واکنش‌های متفاوتی دارند.

۲- D نشان می‌دهد که دو گیاه در مقدار مساوی علف‌کش واکنش‌های مساوی نشان می‌دهند و C نشان می‌دهد که دو گیاه به مقدار علف‌کش واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند.

۳- C نشان می‌دهد که مقدار بیشتری علف‌کش لازم است تا گیاه A به اندازه گیاه B واکنش نشان دهد و D نشان می‌دهد که گیاه A در مقدار معینی علف‌کش واکنش بیشتری از B نشان می‌دهد.

۴- D نشان می‌دهد که دو گیاه در مقدار مساوی علف‌کش واکنش‌های مساوی نشان می‌دهند و C نشان می‌دهد که دو گیاه واکنش‌های کاملاً متفاوتی در مقادیر متفاوت علف‌کش دارند.

۱۵۱- کدام گروه از علف‌کش‌های زیر با فنوکسی‌ها ناسازگارند؟

۱- آمیدها ۲- بنزوئیک‌ها

۳- آریلوکسی‌فنوکسی پروپانوئیک‌ها ۴- بای‌پیریدیلیوم‌ها

۱۵۲- بوم سمپاشی دارای 10 نازل و فاصله نازل‌ها 50 سانتی‌متر است اگر این سمپاش توسط تراکتوری با سرعت 5 کیلومتر در ساعت عملیات سمپاشی را انجام دهد و در هر هکتار 300 لیتر محلول سم مصرف کند در هر دقیقه چند لیتر سم از نازل‌ها خارج خواهد شد؟

۱- 6.25 ۲- 12.5 ۳- 25 ۴- 125

۱۵۳- مکانیزم عمل کدام علف‌کش بازداری از فعالیت آنزیم ACCase (استیل کوانزیم‌آ کربوکسیلاز) است؟

۱- آترازین ۲- فن‌مدیفام ۳- دیکلوفوپ متیل ۴- متامیترون

۱۵۴- در کدام‌یک از روش‌های کاربرد علف‌کش زیر، مسأله انتخابی بودن علف‌کش بیشتر حائز اهمیت است؟

۱- پس‌رویشی (Post-emergence)

۲- پیش‌رویشی (Pre-emergence)

۳- قبل از کشت (Pre-planting)

۴- پس‌رویشی (Post-emergence) و پیش‌رویشی (Pre-emergence)

۱۵۵- نقش مرطوب‌کننده‌ها (Wetting Agents) در کاربرد با علف‌کش‌ها کدام است؟

۱- کاهش سطح تماس علف‌کش با سطح گیاه

۲- کاهش زاویه تماس علف‌کش با سطح گیاه

۳- افزایش زاویه تماس علف‌کش با سطح گیاه

۴- تأثیری در زاویه تماس ندارند.

۱۵۶- ویژگی‌های مقابل مربوط به کدام علف‌کش می‌باشد؟ الف) در آب محلول است ب) سرعت عمل آن بالاست ج) یک علف‌کش عمومی است.

۱- بروموکسی‌نیل ۲- پاراکوات ۳- دایکلوفوپ‌متیل ۴- گلیفوسیت

۱۵۷- اصطلاح Adsorption به مفهوم جذب علف‌کش:

۱- از محلول خاک
۲- از طریق اندام هوایی گیاه
۳- از طریق ریشه گیاه
۴- به ذرات کلوئید خاک

۱۵۸- ماده مؤثر کدام‌یک از فرمولاسیون‌های علف‌کش، نسبتاً کمتر است؟

۱- امولسیون
۲- پودروتابل
۳- گرانوله
۴- محلول

۱۵۹- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر یولاف وحشی سبز شده در مزارع گندم و جو را به خوبی کنترل کرده و جذب ذرات خاک شده و آثار سوئی در خاک ندارد؟

۱- ترباسیل
۲- گلیفوسیت
۳- پروپاکلر
۴- دی‌فنزوکوآت

۱۶۰- کارایی بسیار خوب، جابه‌جایی سیمپلاستی و آپوپلاستی در گیاه و بی‌خطر بودن برای محیط زیست از شاخصه‌های مهم کدام گروه از علف‌کش‌های زیر است؟

۱- سولفونیل اوره‌ها
۲- بنزوئیک اسیدها
۳- فنوکسی اسیدها
۴- کلرواستامیدها

۱۶۱- نیم عمر علف‌کشی 2 ماه است چنانچه مقدار مصرف در هکتار آن 960 گرم ماده مؤثر باشد پس از یک سال (12 ماه) چند گرم از این سم در خاک باقی می‌ماند؟

۱- 7.5
۲- 15
۳- 60
۴- 120

آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز ۸۸

۱۶۲- استفاده از مویان چگونه به جذب علف‌کش‌ها کمک می‌کند؟

۱- افزایش زاویه تماس
۲- افزایش سطح تماس
۳- افزایش سمیت ماده مؤثره
۴- کاهش سطح تماس

۱۶۳- اگر LD50 یک سم پایین باشد:

۱- از سمیت آن برای انسان کم می‌شود.
۲- از سمیت آن برای علف‌های هرز کم می‌شود.
۳- سمیت آن برای جانوران تحت آزمایش افزایش می‌یابد.
۴- سمیت آن برای علف‌های هرز افزایش می‌یابد.

۱۶۴- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر به‌صورت قبل از جوانه‌زنی محصول به‌کار می‌رود؟

۱- آترازین
۲- پاراکوات
۳- گلایفوسیت
۴- 2 و 4-D

۱۶۵- استفاده از متیل‌بروماید در قالب کدام‌یک از اهداف مدیریت علف‌های هرز است؟

۱- کنترل زراعی ۲- کنترل شیمیایی ۳- Eradication ۴- Prevention

۱۶۶- مشکل کاربرد علف‌کش‌های بازدارنده ALS در خاک‌های با pH بالا چیست؟

۱- بروز مقاومت ۲- پایداری زیاد ۳- تجزیه میکروبی ۴- عدم کارایی

۱۶۷- تولید اکسیژن‌های رادیکال از نتایج کاربرد کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر است؟

۱- بازدارندگان آنزیم ALS
۲- بازدارندگان آنزیم EPSP
۳- بازدارندگان فتوسنتز
۴- علف‌کش‌های دی‌نیتروآنیلین

۱۶۸- مهم‌ترین علائم ظاهری پس از مصرف علف‌کش‌های بازدارنده ALS چیست؟

۱- حالت کلروز و نکروز
۲- پیچ‌خوردگی ساقه و برگ
۳- ساقه به راحتی از طوقه جدا می‌شود.
۴- حالت قرمزی و ارغوانی کناره‌های برگ و ساقه

۱۶۹- کدام‌یک از فرمولاسیون علف‌کش‌ها برای عبور آن‌ها از لایه مومی کوتیکول برگ مناسب‌تر هستند؟

۱- EC ۲- SL ۳- SP ۴- WP

۱۷۰- بوتاکلر با نام تجارتی ماچتی و پروپانیل با نام تجارتی استام‌اف از علف‌کش‌های رایج مزارع برنج هستند، فرق آن‌ها از لحاظ گروه و نحوه مصرف (خاک‌پاش، شاخ و برگ‌پاش) کدام است؟

۱- هر دو از گروه کاربامات‌ها و خاک‌پاش هستند.
۲- هر دو از گروه کارباموتیوآت و خاک‌پاش هستند.
۳- هر دو از گروه آمیدی بوده، اولی خاک‌پاش و دومی شاخ و برگ‌پاش است.
۴- هر دو از گروه دی‌نیتروآنیلین‌ها بوده، اولی خاک‌پاش و دومی شاخ و برگ‌پاش است.

۱۷۱- فراریت، تجزیه نوری و تجزیه شیمیایی در کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر بیشتر است؟

۱- آترازین ۲- آلاکلر ۳- تریفلورالین ۴- 2 و 4-D

۱۷۲- علف‌کش MCPA در کدام گیاه بهتر منتقل می‌شود؟

۱- ذرت
۲- سلمه
۳- گندم
۴- فالاریس (Phalaris minor)

۱۷۳- کدام گروه از علف‌کش‌های زیر مانع عمل اسیدهای آمینه منشعب می‌شوند؟

۱- آریل‌اکسی فنوکسی پروپیونات‌ها
۲- تریازین‌ها

۳- دی‌نیترو آنیلین‌ها ۴- سولفونیل اوره‌ها

۱۷۴- جذب علف‌کش توسط کلوئیدهای خاک می‌تواند توجیه‌کننده کدام‌یک از موارد زیر باشد؟

۱- آب‌شویی علف‌کش ۲- درجه حلالیت علف‌کش در آب
۳- میزان علف‌کش مورد نیاز ۴- هر سه

۱۷۵- کدام مورد زیر تأثیری در نفوذ علف‌کش به داخل گیاه ندارد؟

۱- آنزیم‌های گیاهی ۲- روزنه ۳- کوتیکول ۴- مویان

۱۷۶- علف‌کش امولسیون 30 درصد را با علف‌کشی با امولسیون 70 درصد به چه نسبت مخلوط کنیم تا محلول 63 درصد حاصل شود؟

۱- به ترتیب 7 و 0 ۲- به ترتیب 7 و 33 ۳- به ترتیب 33 و 0 ۴- به ترتیب 33 و 7

۱۷۷- در ذرت با فاصله ردیف 75 سانتی‌متری چنانچه 300 لیتر محلول سم در هکتار به روش سراسری به‌کار رود، برای تیمار نواری 30 سانتی‌متری چند لیتر محلول سم در هر هکتار مورد نیاز است؟

۱- 75 ۲- 100 ۳- 120 ۴- 150

آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز دانشگاه آزاد اسلامی ۸۴

۱۷۸- منظور از به کارگیری NPV در اصول مبارزه با آفات کدام است؟

۱- استفاده از باکتری‌های بیماری‌زا برای کنترل حشرات
۲- استفاده از قارچ‌های بیماری‌زا برای کنترل حشرات
۳- استفاده از ویروس‌های بیماری‌زا برای کنترل حشرات
۴- استفاده از نماتدهای بیماری‌زا برای کنترل حشرات

۱۷۹- منظور از کاربرد IGR برای کنترل آفات چیست؟

۱- استفاده از مواد تنظیم‌کننده رشد حشرات
۲- استفاده از سموم میکروبی
۳- استفاده از روش نر عقیمی برای کنترل آفات
۴- استفاده از روش‌های ژنتیکی برای کنترل آفات

۱۸۰- کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر سیستمیک محسوب می‌شود؟

۱- بنومیل ۲- زینب ۳- کاپتان ۴- مانب

۱۸۱- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر غیرانتخابی عمل می‌کند؟

۱- پاراکوات ۲- تو- فور- دی ۳- Silvex ۴- MCPA

۱۸۲- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر انتخابی نیستند؟

۱- آلاکلر ۲- MCPA ۳- گلی‌فوزیت ۴- اکسی فلورفن

۱۸۳- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر سریع‌تر باعث ایجاد مقاومت در علف‌های هرز می‌شود؟

۱- بازدارنده‌های Accase و Als ۲- بازدارنده‌های Als و شبه‌اکسین‌ها

۳- بازدارنده‌های فتوسنتز در فتوسیستم II ۴- شبه‌اکسینی‌ها

۱۸۴- باد بردگی در کدام‌یک از نازل‌های زیر کمتر است؟

۱- XR8001 ۲- XR8002 ۳- XR80015 ۴- XR8003

۱۸۵- کشاورزی قصد دارد قطعه زمین آلوده به علف‌های هرز مختلف را در اوایل بهار از طریق مبارزه شیمیایی، عاری از علف هرز نموده و اقدام به کشت یک محصول بهاره کند. کدام‌یک از سموم زیر را به وی توصیه می‌کنید که بقایای آن تأثیری بر محصول زراعی که کشت می‌شود نداشته باشد؟

۱- پیکلورام و آترازین ۲- پیکلورام و پاراکوات

۳- پیکلورام و گلی‌فوزیت ۴- پاراکوات و گلی‌فوزیت

۱۸۶- کدام‌یک علف‌کش اختصاصی مزارع چغندر قند نیست؟

۱- آترازین ۲- کلریدازون ۳- فن مدیفام ۴- دسمدیفام

۱۸۷- برای مبارزه با علف هرز یولاف وحشی در مزارع گندم کدام علف‌کش زیر مناسب است؟

۱- D -4 و 2 ۲- گرانستار ۳- بروموکسینیل ۴- تاپیک

۱۸۸- هر چقدر میزان رس و مواد آلی خاک بیشتر باشد:

۱- میزان علف‌کش موجود در محلول خاک بیشتر شده و تجزیه میکروبی علف‌کش افزایش می‌یابد.

۲- میزان علف‌کش موجود در محلول خاک بیشتر شده و تجزیه میکروبی علف‌کش کاهش می‌یابد.

۳- میزان علف‌کش موجود در محلول خاک کمتر شده و تجزیه میکروبی علف‌کش افزایش می‌یابد.

۴- میزان علف‌کش موجود در محلول خاک کمتر شده و تجزیه میکروبی علف‌کش کاهش می‌یابد.

۱۸۹- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر باریک برگ‌کش نیستند؟

۱- دیکلوفوپ- متیل (ایلوکسان)　۲- تری‌بنورون- متیل (گرانستار)

۳- کلودینافوپ- پروپارژیل (تاپیک)　۴- ستوکسیدم (نابواس)

۱۹۰- کدام خانواده شیمیایی از علف‌کش‌های زیر خاک مصرف هستند؟

۱- دی‌نیتروآنیلین‌ها　۲- فنوکسی‌ها

۳- آریلوکسی‌فنوکسی‌پروپیونات‌ها　۴- سیکلوهگزانیدون‌ها

۱۹۱- کدام‌یک از گزینه‌ها، سبب تأخیر پدیده مقاومت در علف‌های هرز نسبت به علف‌کش‌ها نمی‌شود؟

۱- استفاده از مخلوط علف‌کش‌ها　۲- تناوب مصرف علف‌کش با نحوه تأثیر متفاوت

۳- سمپاشی علف‌های هرز در مراحل‌اولیه‌رشد　۴- افزودن Adjuvant به علف‌کش‌ها

آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز دانشگاه آزاد اسلامی ۸۵

۱۹۲- خواص حشره‌کشی د.د.ت در چه سالی کشف شد؟

۱- ۱۹۴۰　۲- ۱۹۵۰　۳- ۱۹۶۰　۴- ۱۹۷۰

۱۹۳- استراتژی IPM یا مدیریت تلفیقی آفات بر چه اساسی استوار است؟

۱- بیولوژی آفات　۲- فیزیولوژی آفات

۳- اکولوژی کنترل آفات　۴- رفتارشناسی آفات

۱۹۴- ورود یک سم به داخل اکوسیستم کدام‌یک از سطوح زنجیره غذایی را بیشتر تحت تأثیر خود قرار می‌دهد؟ سطح تغذیه‌ای:

۱- اول　۲- دوم　۳- سوم　۴- چهارم

۱۹۵- کدام‌یک از علف هرزکش‌های زیر فقط روی اندام‌های هوایی گیاه مصرف می‌شود؟

۱- سیلوکس (Silvex)　۲- آترازین　۳- دیورون　۴- پرومترین

۱۹۶- کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر در گذشته تاکستان‌های فرانسه را از انهدام کامل به وسیله بیماری سفیدک حقیقی نجات داد؟

۱- مانب　۲- زینب　۳- مخلوط بردو　۴- کاپتان

۱۹۷- در کدام‌یک از نازل‌ها سم پس از خروج از سوراخ نازل، با بدنه نازل برخورد کرده و به صورت صفحه‌ای با ذرات نسبتاً درشت پخش می‌شود؟

۱- شره‌ای ۲- بادبزنی ۳- ریون ۴- مخروطی توخالی

۱۹۸- در فشار سمپاش یکسان، زاویه پاشش کدام‌یک از نازل‌های زیر با بقیه متفاوت است؟

۱- 11003 ۲- 8002 ۳- 11004 ۴- 11005

۱۹۹- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر بازدارنده آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) می‌باشد؟

۱- کلریدازون (پیرامین) ۲- آترازین (گزاپریم)

۳- تری‌نبورون‌متیل (گرانستار) ۴- متامیترون (گلیتکس)

۲۰۰- کدام گزینه در مورد سمپاشی علف‌کش‌ها صحیح می‌باشد؟ قطر قطرات سم:

۱- درشت‌تر از سایر آفت‌کش‌ها بوده و فشار سمپاش نیز کمتر است.

۲- درشت‌تر از سایر آفت‌کش‌ها بوده و فشار سمپاش نیز بیشتر است.

۳- ریزتر از سایر آفت‌کش‌ها بوده و فشار سمپاش نیز بیشتر است.

۴- ریزتر از سایر آفت‌کش‌ها بوده و فشار سمپاش نیز کمتر است.

۲۰۱- پس از انجام کالیبراسیون سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار 400 لیتری مشخص شد که جهت سمپاشی یک هکتار مزرعه نیاز به 200 لیتر آب می‌باشد. در صورتی‌که بخواهیم با این سمپاش علف‌کشی با فرمولاسیون 75DF به میزان 150 گرم از ماده مؤثر آن سمپاشی نماییم، در مخزن پر سمپاشی چند گرم از ماده تجارتی علف‌کش مزبور باید اضافه نمود؟

۱- 300 ۲- 200 ۳- 150 ۴- 400

۲۰۲- کدام گروه از فرمولاسیون علف‌کش‌ها به صورت مایع در بازار عرضه می‌شود؟

۱- WP ۲- DF ۳- WG ۴- SC

۲۰۳- میزان دوام و پایداری کدام گروه از علف‌کش‌های زیر در خاک کمتر می‌باشد؟

۱- آترازین و متری‌بوزین ۲- توفوردی و ام‌سی‌پی‌آ

۳- تریفلورالین و اتال‌فلورالین ۴- تری‌نبورون‌متیل و سولفوسولفورون

۲۰۴- کدام‌یک از خانواده شیمیایی علف‌کش‌ها تماماً باریک برگ‌کش می‌باشند؟

۱- آریلوکسی‌فنوکسی‌پروپیونات ۲- سولفونیل‌اوره‌ها

۳- فنوکسی‌ها ۴- نیتریل‌ها

۲۰۵- کدام‌یک از علف‌کش‌ها به پروتئین D_1 سلمه تره اتصال می‌یابد و موجب توقف تثبیت CO_2 و عدم تولید ATP و NADPH می‌شود؟

۱- توفوردی ۲- تریفلورالین ۳- آترازین ۴- گلایفوسیت

آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز دانشگاه آزاد اسلامی ۸۶

۲۰۶- به مصرف علف‌کش پس از رویش گیاه و علف هرز چه می‌گویند؟

۱- Pre-planting ۲- Pre-emergence ۳- Pre-plowing ۴- Post-emergence

۲۰۷- نام عمومی علف‌کش آونج چیست؟

۱- پاراکوات ۲- سیکلوات ۳- دی‌فنزوکوات ۴- فن‌مدیفام

۲۰۸- استفاده ممتد از یک نوع علف‌کش یا علف‌کش‌های مشتق از یک گروه در کنترل علف‌های هرز، چه عواقبی در بر خواهد داشت؟

۱- افزایش تنوع علف‌های هرز ۲- مقاوم شدن علف‌های هرز به علف‌کش‌ها

۳- نابودی کامل علف‌های هرز ۴- کاهش تنوع علف‌های هرز

۲۰۹- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر متعلق به گروه دی‌نیتروآنیلین‌هاست؟

۱- آلاکلر ۲- آترازین ۳- تریفلورالین ۴- آمیترول

۲۱۰- چرا در خاک‌های رسی نسبت به خاک‌های شنی مقدار بیشتری علف‌کش باید مصرف شود؟

۱- به علت وجود رس و کلوئیدهای با بار منفی

۲- به علت سرد بودن خاک‌های رسی نسبت به شنی

۳- به علت رطوبت زیاد خاک‌های رسی نسبت به شنی

۴- به علت سفت بودن خاک‌های رسی نسبت به شنی

۲۱۱- مهم‌ترین عامل بازدارنده ورود علف‌کش به درون گیاه کدام است؟

۱- روزنه‌ها ۲- کوتیکول

۳- سلول‌های مزوفیلی ۴- اپیدرم (بشره یا روپوست)

آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز دانشگاه آزاد اسلامی ۸۷

۲۱۲- Fungigation چیست؟

۱- توقف رشد اسپور قارچ‌ها به وسیله قارچ‌کش

۲- افزودن قارچ‌کش‌ها به آب در سیستم آبیاری

۳- مرگ قارچ‌ها در اثر قارچ‌کش

۴- بازدارندگی قارچ‌ها توسط سایر گونه‌های قارچی

۲۱۳- سم متالاکسیل روی کدام فعالیت حیاتی سلول مؤثر است؟

۱- سنتز DNA   ۲- سنتز RNA

۳- ساخت دیواره سلولی   ۴- تقسیم سلولی

۲۱۴- در 100 لیتر امولسیون یک در هزار یک قارچ‌کش با EC معادل $50\frac{W}{V}$ چه مقدار ماده مؤثره وجود دارد؟

۱- 50 میلی‌لیتر   ۲- 100 گرم   ۳- 50 گرم   ۴- 100 میلی‌لیتر

۲۱۵- نگهداری قطرات سم روی برگ گیاه به کدام عامل بستگی دارد؟

۱- تکنولوژی سمپاش و نحوه سمپاشی   ۲- شرایط محیطی و خواص شیمیایی سم

۳- نوع و مقدار سم و فرمولاسیون آن   ۴- طبیعت سطح برگ گیاه و خواص فیزیکی سم

۲۱۶- مقاومت افقی چگونه است؟

۱- پلی‌ژنیک و ناپایدار ۲- منوژنیک و پایدار ۳- منوژنیک و ناپایدار ۴- پلی‌ژنیک و پایدار

۲۱۷- قابلیت نفوذ یک سم از غشاء سلولی به داخل سلول مربوط است به حلالیت سم در:

۱- پروتئین‌ها   ۲- چربی‌ها   ۳- قندها   ۴- مایعات

<u>آزمون کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز دانشگاه آزاد اسلامی ۸۸</u>

۲۱۸- علف‌کش مشتق از اوره یا اوره آزها کدام است؟

۱- linuron   ۲- atrazine   ۳- dalapon   ۴- paraquat

۲۱۹- علف‌کش آپوپلاست مسیر .... را طی می‌کند.

۱- قند   ۲- تعرق   ۳- فتوسنتز   ۴- مسیر دوطرفه

۲۲۰- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر متعلق به گروه دی‌نیتروآنیلین‌ها می‌باشد؟

۱- تریفلورالین   ۲- آمیترول   ۳- مونورون   ۴- پاراکوات

۲۲۱- علف‌کش بازدارنده بیوسنتز چربی کدام است؟

۱- ترفلان Treflan   ۲- گراماکسون Gramaxone

۳- آپیروس Apyrus   ۴- تاپیک Topik

۲۸-۲ پاسخنامه

۱-۳)	۲-۳)	۳-۳)	۴-۳)
۵-۱)	۶-۲)	۷-۲)	۸-۳)
۹-۳)	۱۰-۴)	۱۱-۲)	۱۲-۲)
۱۳-۳)	۱۴-۱)	۱۵-۳)	۱۶-۲)
۱۷-۲)	۱۸-۱)	۱۹-۱)	۲۰-۳)
۲۱-۱)	۲۲-۲)	۲۳-۴)	۲۴-۴)
۲۵-۱)	۲۶-۱)	۲۷-۴)	۲۸-۴)
۲۹-۲)	۳۰-۴)	۳۱-۱)	۳۲-۲)
۳۳-۱)	۳۴-۳)	۳۵-۲)	۳۶-۲)
۳۷-۴)	۳۸-۳)	۳۹-۳)	۴۰-۲)
۴۱-۴)	۴۲-۳)	۴۳-۴)	۴۴-۱)
۴۵-۳)	۴۶-۲)	۴۷-۳)	۴۸-۲)
۴۹-۴)	۵۰-۴)	۵۱-۴)	۵۲-۴)
۵۳-۴)	۵۴-۴)	۵۵-۴)	۵۶-۲)
۵۷-۳)	۵۸-۲)	۵۹-۴)	۶۰-۳)
۶۱-۱)	۶۲-۲)	۶۳-۲)	۶۴-۳)
۶۵-۳)	۶۶-۱)	۶۷-۴)	۶۸-۳)
۶۹-۲)	۷۰-۲)	۷۱-۱)	۷۲-۴)
۷۳-۲)	۷۴-۴)	۷۵-۴)	۷۶-۳)
۷۷-۱)	۷۸-۳)	۷۹-۴)	۸۰-۲)
۸۱-۱)	۸۲-۱)	۸۳-۳)	۸۴-۱)
۸۵-۴)	۸۶-۲)	۸۷-۱)	۸۸-۲)
۸۹-۱)	۹۰-۲)	۹۱-۱)	۹۲-۳)
۹۳-۴)	۹۴-۱)	۹۵-۲)	۹۶-۳)
۹۷-۳)	۹۸-۲)	۹۹-۴)	۱۰۰-۴)

۱۰۱-۲)	۱۰۲-۳)	۱۰۳-۲)	۱۰۴-۱)
۱۰۵-۴)	۱۰۶-۳)	۱۰۷-۳)	۱۰۸-۴)
۱۰۹-۴)	۱۱۰-۳)	۱۱۱-۱)	۱۱۲-۱)
۱۱۳-۴)	۱۱۴-۱)	۱۱۵-۴)	۱۱۶-۲)
۱۱۷-۴)	۱۱۸-۱)	۱۱۹-۲)	۱۲۰-۳)
۱۲۱-۱)	۱۲۲-۴)	۱۲۳-۲)	۱۲۴-۴)
۱۲۵-۲)	۱۲۶-۴)	۱۲۷-۲)	۱۲۸-۳)
۱۲۹-۱)	۱۳۰-۲)	۱۳۱-۱)	۱۳۲-۲)
۱۳۳-۲)	۱۳۴-۱)	۱۳۵-۱)	۱۳۶-۱)
۱۳۷-۳)	۱۳۸-۲)	۱۳۹-۳)	۱۴۰-۴)
۱۴۱-۴)	۱۴۲-۱)	۱۴۳-۴)	۱۴۴-۳)
۱۴۵-۴)	۱۴۶-۱)	۱۴۷-۴)	۱۴۸-۳)
۱۴۹-۱)	۱۵۰-۳)	۱۵۱-۳)	۱۵۲-۲)
۱۵۳-۳)	۱۵۴-۱)	۱۵۵-۲)	۱۵۶-۲)
۱۵۷-۴)	۱۵۸-۳)	۱۵۹-۴)	۱۶۰-۱)
۱۶۱-۲)	۱۶۲-۲)	۱۶۳-۳)	۱۶۴-۱)
۱۶۵-۳)	۱۶۶-۲)	۱۶۷-۳)	۱۶۸-۴)
۱۶۹-۱)	۱۷۰-۳)	۱۷۱-۳)	۱۷۲-۲)
۱۷۳-۴)	۱۷۴-۴)	۱۷۵-۱)	۱۷۶-۴)
۱۷۷-۳)	۱۷۸-۳)	۱۷۹-۱)	۱۸۰-۱)
۱۸۱-۱)	۱۸۲-۳)	۱۸۳-۳)	۱۸۴-۳)
۱۸۵-۴)	۱۸۶-۱)	۱۸۷-۴)	۱۸۸-۱)
۱۸۹-۲)	۱۹۰-۱)	۱۹۱-۴)	۱۹۲-۱)
۱۹۳-۳)	۱۹۴-۴)	۱۹۵-۱)	۱۹۶-۳)
۱۹۷-۱)	۱۹۸-۲)	۱۹۹-۳)	۲۰۰-۳)
۲۰۱-۴)	۲۰۲-۴)	۲۰۳-۴)	۲۰۴-۱)
۲۰۵-۳)	۲۰۶-۴)	۲۰۷-۳)	۲۰۸-۲)

۲۰۹-۳)	۲۱۰-۱)	۲۱۱-۲)	۲۱۲-۲)
۲۱۳-۴)	۲۱۴-۳)	۲۱۵-۴)	۲۱۶-۴)
۲۱۷-۲)	۲۱۸-۱)	۲۱۹-۲)	۲۲۰-۱)
۲۲۱-۳)			

فصل بیست‌ونهم

آزمون‌های کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی

۲۹-۱ پرسش‌های چهارگزینه‌ای تا سال ۸۶

آزمون کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی ۸۰

۱- Pisatin به کدام گروه از ترکیبات شیمیایی زیر تعلق دارد؟

۱- آنتی‌بیوتیک
۲- باکتریوسین
۳- فایتوالکسین
۴- مایکوتوکسین

آزمون کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی ۸۱

۲- دیازینون گرانول معمولاً علیه کدام آفت زیر به کار برده می‌شود؟

۱- شته‌های گیاهان زراعی
۲- کارادرینا
۳- کرم غوزه
۴- کرم ساقه‌خوار برنج

۳- آفلاتوکسین توسط کدام‌یک از قارچ‌های زیر ترشح می‌شود؟

۱- Aspergillus Flavus
۲- Aspergillus Niger
۳- Penicilium Nutatum
۴- Penicilium Italicum

۴- کدام‌یک از عوامل زیر به عنوان فیتواکسین شناخته می‌شوند؟

۱- Catechol
۲- Ergotamine
۳- Pisatin
۴- Solanin

آزمون کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی ۸۴

۵- یکی از مشکلات ترکیبات سمی مانند مخلوط بردو، برگ‌سوزی و زنگاری شدن میوه‌ها در هنگام مصرف در هوای خشک و مرطوب است. برای کاهش این خطر چه می‌توان کرد؟

۱- کاهش مقدار گوگرد
۲- افزایش مقدار آب نسبت به آهک
۳- افزایش نسبت آهک به سولفات مس
۴- کاهش نسبت آهک به سولفات مس

۶- کدام‌یک بعد از مصرف در خاک گاز تولید می‌کنند و جزء مواد ضد عفونی‌کننده تدخینی یا Fumigants برای مصارف عمومی قبل از کاشت استفاده می‌شوند؟

۱- کلروپیکرین- زیرام
۲- متیل بروماید- واپام
۳- ورلکس- تیرام
۴- واپام- تیرام

۷- سم مؤثر بر علیه انگل سس کدام است؟

۱- تری‌سیکلازول
۲- داکتال
۳- گامکسان
۴- کاپتان

۸- سم مؤثر علیه بیماری‌های فیتوپلاسمایی کدام است؟

۱- تتراسیکلین
۲- تری‌سیکلازول
۳- زینب
۴- مانکوزب

۹- مخلوط بردو چیست؟

۱- مخلوط سولفات روی و آهک
۲- مخلوط کات کبود و سولفات روی و آب
۳- مخلوط کات کبود و آب
۴- مخلوط کات کبود- آهک و آب

۱۰- قارچ‌کش منکوزب چه ترکیبی است؟

۱- مخلوط مانب با یون آهن
۲- مخلوط مانب با یون روی
۳- مخلوط زینب با یون روی
۴- مخلوط زینب با یون آهن

آزمون کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی ۸۵

۱۱- کدام قارچ‌کش زیر جزء قارچ‌کش‌های جلوگیری‌کننده از سنتز استرول است؟

۱- Captan
۲- Ethazol
۳- Metalaxyl
۴- Triforine

۱۲- اکسی‌کربوکسین‌ها روی چه بیماری‌هایی مؤثر هستند؟

۱- زنگ‌ها
۲- سفیدک‌های پودری
۳- سیاهک‌ها
۴- سفیدک‌های داخلی

آزمون کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی ۸۶

۱۳- معروف‌ترین سم حلزون‌کش کدام است؟

۱- اندرین
۲- گوزاتیون
۳- مالاتیون
۴- متالدئید

آزمون کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۲

۱۴- حشره‌کش آمبوش مربوط به کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟

۱- فسفره
۲- کلره
۳- پیرتروئید
۴- کاربامات

آزمون کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی ۸۳

۱۵- کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر از اکتینومایست‌ها به دست می‌آید؟

۱- ابامکتین
۲- متوپرین
۳- فلوفنوکسوران
۴- بایوآلترین

۱۶-کدام‌یک از قارچ‌کش‌های زیر برای کنترل زنگ‌های غلات مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

۱- تبوکونازول
۲- بنومیل
۳- تیوفانات‌متیل
۴- اتیریمول

۲-۲۹ پاسخنامه

۱-۳)	۲-۴)	۳-۱)	۴-۳)
۵-۳)	۶-۲)	۷-۲)	۸-۱)
۹-۴)	۱۰-۲)	۱۱-۴)	۱۲-۱)
۱۳-۴)	۱۴- ۳)	۱۵-۱)	۱۶-۱)

فصل سی‌ام

آزمون‌های کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی - اکولوژیک

۱-۳۰ پرسش‌های چهارگزینه‌ای تا سال ۸۸

آزمون کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی- اکولوژیک ۸۷

۱- کمیت LD_{50} برای اندازه‌گیری کدام خصوصیت بیمارگران حشرات به‌کار می‌رود؟

۱- Dispersion ۲- Half-life ۳- Persistence ۴- Virulence

۲- در صورت مصرف کدام‌یک از علف‌کش‌ها در مزرعه ذرت نمی‌توان بلافاصله گیاه پائیزه را کشت کرد؟

۱- EPTC ۲- آمترین ۳- آلاکلر ۴- آترازین

۳- برای کنترل یولاف وحشی در مزرعه گندم، کاربرد کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر را به صورت پس‌رویش توصیه می‌کنید؟

۱- Fenoxaprop ۲- 2,4-D ۳- Haloxyfop ۴- Setoxidim

۴- علف‌کش پس‌رویشی مناسب برای کنترل خردل وحشی در گندم کدام است؟

۱- Betanal ۲- Glyphosate

۳- Imazamethabenz ۴- Oxadiazon

۵- علف‌کش‌های گروه بای‌پیریدیلیوم به چه‌طریقی باعث از بین رفتن علف‌های هرز می‌شوند؟

۱- تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن ۲- جلوگیری از بیوسنتز اسیدهای آمینه

۳- جلوگیری از سنتز پروتئین ۴- جلوگیری از تقسیم سلولی

آزمون کارشناسی ارشد اکولوژیک دانشگاه آزاد اسلامی ۸۸

۶- علف‌کش دیورون روی کدام‌یک از فعالیت‌های گیاه اثر می‌گذارد؟

۱- سنتز اسیدهای آمینه ۲- سنتز اسیدهای چرب

۳- فتوسنتز ۴- تنفس

۷- کدام‌یک از علف‌کش‌های زیر به گروه دی‌نیتروآنیلین‌ها متعلق است؟

۱- لینورون ۲- آلاکلر ۳- آترازین ۴- تریفلورالین

۸-اگر ذرات علف‌کش به قطر 400 میکرون در سرعت 5 کیلومتر باد در هر ساعت، 2 ثانیه طول بکشد تا از ارتفاع 3 متری به سطح خاک برسد، تقریباً چند ثانیه طول خواهد کشید تا یک قطره علف‌کش به قطر 100 میکرون در همان شرایط به زمین سقوط کند؟

۱- 80 ۲- 8 ۳- 40 ۴- 2

۹- استفاده ممتد از یک نوع علف‌کش و یا علف‌کش‌های مشتق از یک گروه در کنترل علف‌های هرز چه عواقبی در بر خواهد داشت؟

۱- مقاوم شدن علف‌های هرز به علف‌کش‌ها ۲- کاهش تنوع علف‌های هرز

۳- نابودی کامل علف‌های هرز ۴- افزایش تنوع علف‌های هرز

۱۰- فرم فعال توفوردی کدام است؟

۱- توفوردی آمین ۲- توفوردی اسید ۳- توفوردی استر ۴- توفوردی نمک سدیم

۱۱- کدام علف‌کش در خاک طبیعت سیستمیک ولی به‌صورت پس‌رویشی طبیعت تماسی دارد؟

۱- دایکمبا ۲- توفوردی ۳- آترازین ۴- پاراکوات

۱۲- قدیمی‌ترین سابقه مبارزه با آفات در جهان، استفاده از کدام ترکیبات بوده است؟

۱- سوزاندن گوگرد علیه حشرات خانگی

۲- استفاده از سموم آرسنیکی

۳- استفاده از روغن‌ها در مبارزه با آفات

۴- استفاده از محفوظ پیزترم همراه با گوگرد و صابون

۱۳-برای مبارزه با کنه‌ها، شپش‌ها و کک‌های حیوانی، کدام ترکیب توصیه می‌شود؟

۱- کارباریل ۲- پروپوکسور

۳- اگزامایل ۴- کومافوس

۱۴- کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر فعالیتی مشابه هورمون جوانی دارند؟

۱- دیفلو بنزورون
۲- متیداتیون
۳- متاپیرین
۴- هپتنفوس

۱۵- کدام‌یک از حشره‌کش‌های زیر از ترکیبات کاربامات هستند؟

۱- لیندین
۲- کارباریل
۳- فوزالون
۴- پروفنوفوس

۲-۳۰ پاسخنامه

۱-۱)	۲-۲)	۳-۱)	۴-۳)
۵-۱)	۶-۳)	۷-۴)	۸-۲)
۹-۱)	۱۰-۲)	۱۱-۱)	۱۲-۱)
۱۳-۳)	۱۴-۳)	۱۵-۲)	

ضمیمه

تبدیل درصد به Probit در آزمایشات سم‌شناسی

Percentage	Probit	Percentage	Probit	Percentage	Probit	Percentage	Probit
1	2.674	26	4.357	51	5.025	76	5.706
2	2.946	27	4.387	52	5.050	77	5.739
3	3.119	28	4.417	53	5.075	78	5.772
4	3.249	29	4.447	54	5.100	79	5.806
5	3.355	30	4.476	55	5.126	80	5.842
6	3.445	31	4.504	56	5.151	81	5.878
7	3.524	32	4.532	57	5.178	82	5.915
8	3.595	33	4.560	58	5.202	83	5.954
9	3.659	34	4.587	59	5.227	84	5.994
10	3.718	35	4.615	60	5.253	85	6.036
11	3.773	36	4.642	61	5.279	86	6.080
12	3.825	37	4.668	62	5.305	87	6.126
13	3.874	38	4.695	63	5.332	88	6.175
14	3.920	39	4.721	64	5.358	89	6.227
15	3.964	40	4.747	65	5.385	90	6.282
16	4.006	41	4.722	66	5.413	91	6.341
17	4.046	42	4.798	67	5.440	92	6.405
18	4.085	43	4.824	68	5.468	93	6.476
19	4.122	44	4.849	69	5.496	94	6.555
20	4.159	45	4.874	70	5.524	95	6.645
21	4.194	46	4.900	71	5.553	96	6.751
22	4.228	47	4.925	72	5.583	97	6.881
23	4.261	48	4.950	73	5.613	98	7.054
24	4.294	49	4.975	74	5.643	99	7.326
25	4.326	50	5.000	75	5.674	99.99	8.719

فهرست منابع

الف- سم‌شناسی آفات کشاورزی

۱- افشاری، م. ر. روش‌های کاربرد آفت‌کش‌ها (ترجمه). سازمان تحقیقات انتشارات مؤسسه بررسی آفات و بیماری‌های گیاهی، سازمان تحقیقات کشاورزی، تهران، ۱۳۷۱

۲- ایمانی، س. سم‌شناسی و اصول مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی. انتشارات دیباگران تهران، ۱۳۸۲

۳- ایمانی، س. طالبی، خ.، شجاعی، م.، کمالی، ۱۳۸۲. بررسی باقیمانده ۸ آفت‌کش در سبزیجات مصرفی، کنگره طب رزمی تهران

۴- حجت، ح. داروهای شیمیایی کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی اهواز، ۱۳۷۱

۵- خانجانی، م. و پورمیرزا، ع.ا. سم‌شناسی. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، ۱۳۸۰

۶- رخشانی، ا. ۱۳۸۱. اصول سم‌شناسی کشاورزی (آفت‌کش‌ها). انتشارات فرهنگ جامع، ۱۳۸۱

۷- سرایلو، م .ح. سم‌شناسی حشرات (ترجمه). انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۳۷۶

۸- قهاری، ح.، بیات اسدی، ه. و شجاعی، م. اثر ویژگی‌های برگ و باقی‌مانده حشره‌کش‌ها روی رفتار و زیست‌شناسی (Bemisia tabaci (Hom.: Aleyrodidae. نامه انجمن حشره‌شناسی ایران، ۱۳۸۰

۹- قهاری، ح.، استوان، ه. و بیات اسدی، ه. بررسی امکان کنترل تلفیقی سفید بالک پنبه با استفاده از زنبور پارازیتوئید Eretmocerus mundus و حشره‌کش ایمیداکلپرید. مجله علوم و صنایع کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۲

۱۰- قهاری، ح.، ساکنین، ح. و بیات اسدی، ه. تأثیر حشره‌کش آبامکتین روی سفید بالک پنبه Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae) و زنبور پارازیتوئید Eretmocerus mundus (Aphelinidae). مجله دانش کشاورزی دانشگاه تبریز، ۱۳۸۳

11- Aldhouse, J.R. Pesticides, poluutants, fertlizers and trees: their roles in forests and aminity woodlands, Research Studies press LTD. 2000

12- Arena, J.M. and Richard H.D. Poisoning: Toxicology, Symptoms, Treatments. 1986.

13- Baker, R.O. and Crabb, A.C. Proceedings of the 18th vertebrate pest conference, University of California, Davis, California, USA.1988

14- Barsan, M.E. and National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH pocket guide to chemical hazards and other databases, DHHS publication; no. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health.2003.

15- Campbell, W.C. Ivermectin and Abamectin.
16- Clark, J.M., Scott, J.G., Campos, F. and Bloomquist, J.R. Resistance to avermectins: extent, mechanisms and management implications. Annu. Rev. Entomol. 40: 1- 30. 1994
17- Denholm, I. and Rowland, M.W. Tactics for managing pesticides: Theory and practice. 1992.
18- Devonshire, A.L. and Field, L.M. Gene amplification and insect resistance. 1991.
19- Dhadialla, T.S., Carlson, G.R. and Le, D.P. 1991. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. 1998.
20- Dikshith, T.S.S. and Prakash, V.D. Industrial Guide to Chemical and Drug Safety. New York: Wiley. 2003
21- Doris V. Registry of Toxic Effects of Chemical Substances. Cincinnati: U.S. Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health. 1997.
22- Duke, S.O., Menn, J.J. and Plimmer, J.R. Pest control with enhanced environmental safety. ACS Symposium Series 524, American Chemical Society Washington, DC. 1993.
23- Dunn, P.E. Biochemical aspects of insect immunology. 1986
24- Elliott, M., Janes, N.F. and Potter, C. The future of pyrethroids in insect control. 1978
25- Feyereisen, R. Insect P450 enzymes. Forrester, N.W., Cahill, M. Bird, L.J. and Layland, J.K. Management of pyrethroid and endosulfan resistance in Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia. Bull. Entomol. 1999-1993
26- Gill, S.G., Cowles, E.A. and Pietrantonio, P.V. The mode of action of Bacillus thuringiensis endotoxins. 1992.
27- Gould, F. Deploying pesticidal engineering crops in developing countries. In: Biotechnology and integrated pest management. Parsley, G.J. (ed.), CAB International Wallingford, UK. 1996.
28- Gould, F. 1998. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: integrating pest genetics and ecology. 1998
29- Hall, F.R. Handbook of pest management in agriculture. In: Pesticide application technology and IPM. Pimental, D. Boca Raton, FL: CRC Press. 1991.
30- Hall, F. and Menn, J.J. Biopesticides use and delivery. Humana press. N.J. USA. 1999
31- Haug, G., Hoffman, H., Bowers, W.S., Ebing, W., Fakuto, T.R., Martin, D., Wegler, R. and Yamamoto, T. Chemistry of Plant Protection. 1. Sterol biosynthesis, inhibitors and anti-feeding compounds. Springer Verlag, Berlin. 1986.
32- Heckel, D.G., Gahan, L.J., Gould, F., Daly, J.C. and Towell, S. Genetics of Heliothis and Helicoverpa resistance to chemical insecticides and to Bacillus thuringiensis. 1997
33- Henry, J.E. Natural and applied control of insects by Protozoa. 1981
34- Hodgson, E., Richard, B.M. and Janice E.C. Dictionary of Toxicology. New York: Grove's Dictionaries Inc. 1998.
35- Hoffman, D. Embryotoxicity and Teratogenicity of Environmental Contaminants to Bird Eggs. New York, N.Y: Springer-Verlag. 1980.
36- Holman. G.M., Nachman, R.J. and Wright, M.S. Insect neuropeptides.
37- Hoy, W.C., Head, G.P. and Hall, F.R. Spatial heterogeneity and insect adaptation to toxins. 1998

38- Isman, M.B., Koul, O., Arnason, J.T., Stewart, J. and Salloum, G.S. Developing a Neem-based insecticide for Canada. Mem. Entomol. Soc. Can 1991.
39- Jones, G. Molecular mechanisms of action of juvenile hormone. 1994.
40- Kamrin, M.A. Pesticides profiles, toxicity, environmental impacts and fate. Lewis publisher, Boca Raton, 1997.
41- King, L.A., Posses, R.D., Hughes, D.S., Atkinson, A.E. and Palmer, C.P. Advances in insect virology. 1994.
42- Kerkut, G.A. and Gilbert, L.I. Comprehensive insect biochemistry. Physiology and pharmacology. 1985.
43- Kort, C.A.D. de. and Granger, N.A. Regulation of the juvenile hormone titer. 1981.
44- Mackay, D., Wan-Ying S. and Kuo-Ching M. Illustrated Handbook of Physical-Chemical Properties and Environmental Fate for Organic Chemicals. 5 Vols. Boca Raton: Lewis Publishers. 1992.
45- Maeda, S. Expression of foreign genes in insects using Buculovirus vectors.1989.
46- Malachowski, M.J. Health Effects of Toxic Substances. 2nd edition ed. Rockville: government Institutes. 1999.
47- Matsumura, F. Toxicology of insecticides. Plenum press, New York & London, 598 pp. 1985.
48- Milne, G.W.A. Handbook of pesticides. CRC Press, Inc. 1995.
49- Montien, S. Study on organochlorine insecticide residues in the Maeklong river. Bangkok (Thiland).1997.
50- Moscardi, F. Assessment of the application of Baculoviruses for control of Lepidoptera. 1999.
51- Mullins, C.A. and Scott, J.G. Molecular mechanisms in insecticide diversity among insects. 1992.
52- Narahashi, T. Cellular and molecular neurotoxicology. Raven Press, New York. 1983
53- National Research Council. Pesticide resistance, strategies and tactics for management. 1986.
54- Nicolas, G. and Sillans, D. Immediate and latent effects of Carbon Dioxide on insects. 1989.
55- Nijhout, H.F. Insect hormones. Princeton University Press,1994.
56- Oaks, L. Mimics Insecticides. Technical Informative Bulletin. Rhom & Haas Company, 1994.
57- Ottoboni, M.A. The Dose Makes the Poison: A Plain-Language Guide to Toxicology. New York: Van Nostrand Reinhold. 1991.
58- Richards, A., Matthews, M. and Christian, P. Ecological considerations for the environmental impact evaluation of recombinant baculovirus insecticides. 1998.
59- Roush, R.T. and Tabashnik, B.E. Pesticide resistance in arthropods. New York: Chapma, & Hall, 1990.
60- Seabrook, W.D. Neurobiological contributions to understanding insect pheromone systems. 1978.
61- Shah, P.A. & Goettle, M.S. Directory of microbial control products and services. Society of Invertebrate Pathology, Gainsvill, FL.1990.

62- SOFT / AAFS. Forensic toxicology laboratory guidelines. The Society of Forensic Toxicologists, Inc. and by the American Academy of Forensic Sciences, Toxicology Section. 2002.
63- Spurr, E.B. and McGregor, P.G. Potential invertebrate antifeedants for toxic baits used for vertebrate pest control. Science for Conservation 232, Wellington, New Zealand 2003.
64- Swift, J.E. Agricultural chemicals. Calif. Div. Agric. Sci. 1971.
65- Tabashnik, B.E. Evolution of resistance to Bacillus thuringiensis. 1994.
66- Tabashnik, B.E. Seeking the root of insect resistance to transgenic plants. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1997.
67- Tanada, Y. and Harry, K.K. Insect pathology. AP, New York. 1992.
68- Thompson, S.N. Nutrition and culture of entomophagous insects. 1999
69- Thomson, W.T. Agricultural Chemicals. Book 1. Insecticides, acaricides, and ovicides. Thomson Publications, Fresno, California, USA.1982.
70- Tomlin, C. 2000. The pesticide manual, twelve ed., The British Crop Protection Council Farnham. Surrey, UK. 2000.
71- U.S. E.P.A. Office of Pesticide Programs. Pesticides in Ground Water Database: A compilation of monitoring. 1992
72- U.S. E.P.A. Part 180-Tolerances and Exemptions from Tolerances for Pesticide Chemicals in or on Raw Agricultural Commodities. 1995.
73- U.S. EPA Health effects test guidelines. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. 1998.
74- Ware, G.W. The pesticide book. Frenso, CA, Thoson Publ. 7994
75- Whitcomb, R.F., Shaprio, M. and Granudos, R.R. Insect defence mechanisms against microorganisms and parasitoids. In: The physiology of insecta, Rockstein, M. (ed.). New York. 1974.
76- Whitcomb, R.F. The biology of Spiroplasma. 1981.
77- Williams, G.C. Natural selection. Oxford University Press, Oxford. 1992
78- Wilson, C. Chemical Exposure and Human Health: A Reference to 314 Chemicals with a Guide to Symptoms and a Directory of Organizations. Jefferson: McFarland & Co. 1993.
79- Wisa, S. Type and concentration of organochlorine insecticide residues in stream water and sediment from different watershed classes of loei. Bangkok (Thiland), 1993.
80- Wyatt, G.R. and Davey, K.G. Cellular and molecular actions of juvenile hormone in adult insects. Adv. 1996.
81- Zlotkin, E. The insect voltage-gated sodium channel as target of insecticides. 1999.

ب- سم‌شناسی بیماری‌های گیاهی

۸۲- ایمانی س. سم‌شناسی و اصول مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی. انتشارات مجتمع فنی تهران. ۱۳۸۲
۸۳- راشد محصل، م.ح. فیزیولوژی علف‌کش‌ها (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۳۷۲

۸۴- زارع مایوان، ح. مبانی قارچ‌شناسی. انتشارات فرهنگ جامع. ۱۳۷۰

۸۵- مهرآوران، ح. و مظفر، ا. بیماری‌های گیاهی (ترجمه). انتشارات دانشگاه ارومیه. ۱۳۷۰.

86- Agrios, G.N. Plant pathology. Academic Press, INC, 1988.

87- Arena, J.M. and Richard H.D. Poisoning: Toxicology, Symptoms, Treatments. Springfield: Thomas. 1986

88- Austin, A. Impact of an Organophosphate Herbicide ("Glyphosate") on Periphyton Communities Developed in Experimental Streams. Bull. Envrion. Contam. Toxicol. 47.1991.

89- Ballschmiter, K. Global Distribution of Organic Compounds (Review) Environ. Carcinogenesis Reviews - Part C of Journal of Environmental Science and Health, 9 (1): 1-46. 1991.

90- Barnes, E.H. and Coleman, Atlas and manual of plant pathology. Plenum Press, New York & London. 1978.

91- Barsan, M.E. and National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH pocket guide to chemical hazards and other databases, DHHS publication; no. (NIOSH) 2004-103: Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health. 2003.

92- Battaglin, W.A. Estimation of agricultural chemical mass in ground water by volume modeling techniques: Golden, Colorado School of Mines, M.E. 1992.

93- Battaglin, W.A., Furlong, E.T. and Burkhardt, M.R. Concentration of selected sulfonylurea, sulfonamide, and imadazolinone herbicides, other pesticides, and nutrients in 71 streams, 5 reservoir outflows, and 25 wells in the midwestern United States, 1998: U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 00-4225, 2001.

94- Connor, J.F. and McMillan, L.M. Winter utilization by moose of glyphosate-treated cutovers. 1990.

95- Clement, C.R. and Colborn, T. Herbicides and fungicides: a perspective on potential human exposure. In: Chemically induced alterations in sexual and functional development: the wildlife/human connections. Colborn, T. and Clement, C. (eds.), Princeton, NJ: Princeton Scientific Publishing. 1992.

96- Cooke, R.J. and Weseth, R.J. Wheat health management. APS Press, USA, 1990

97- Crepeau, K.L., Baker, L.M. and Kuivila, K.M. Method of analysis and quality assurance practices for determination of pesticides in water by solid-phase extraction and capillary-column gas chromatography/mass spectrometry at the U.S. Geological Survey California District organic chemistry laboratory, 1996-1999: U.S. Geological Survey Open-File Report 00-229, 2000.

98- Dalrymple, D.G. Controlled environment agriculture: a global review of greenhouse food production. Foreign Agricultural Economic Report No. 89. USDA Foreign Development Division, Economic Research Service. Order from U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 1973.

99- Davidse, L.C. and de Waard, M.A. Systematic fungicides. Plant pathology 2: 199 – 275.1984.

100- Dekker, J. and Georgopoulos, S.G. Fungicide resistance in crop protection. Wageningen, Pudoc. 1982.

101- Edginton, L.V. Structural requirements of systemic fungicides. 1981
102- Edginton, L.V., Martin, R.V., Bruin, G.C. and Parsons, I.M. 1980. Systemic fungicides: A perspective after 10 years. 1980
103- Erwin, D.C. Systemic fungicides: Diseases control, translocation and mode of action. Annu. Rev. Phytopathol. 1973.
104- Ewald, P.W. Evaluation of infectious disease. Oxford; New York: Oxford University.1994.
105- Freedman, B. Controversy over the use of herbicides in forestry, with particular reference to glyphosate usage. J. Environmental Science and Health, 8: 277-286. 1991.
106- Fry, W.E. Principles of plant disease management, Academic Press INC, 1982.
107- Gareth - Jones, D. and Clifford, B.C. Cereal diseases, their pathology and control. John - Wiley & Sons. 1983.
108- Gruzdyev, G.S. The chemical protection of plants. MIR Publishers, Moscow, 1988.
109- Hanan, J.J., Holley, W.D. and Goldsberry, K.D. Greenhouse management. New York: Springer Verlag. 1978.
110- Hanlin, R.T. Illustrated genera of Ascomycetes. APS Press, USA, 1990.
111- Hawkworth, D.L., Sutton, B.C. and Anisworth, G.C. Dictionary of fungi. Commonwealth mycological Institute, Kew. 1983.
112- Hodgson, E., Richard, B.M. and Janice E.C. Dictionary of Toxicology. New York: Grove's Dictionaries Inc. 1998.
113- Holliday, P. A dictionary of plant pathology. Cambridge University Press. 1989.
114- Kendrick, B. The fifth kingdom. Mycological publication. Waterloo, 1985.
115- Kurstak, E. Hand book of plant virus infections, comparative diagnosis. Elsevier/North-Holland Biomedical Press. Amsterdam, New York & Oxford. 1981.
116- Levesque, C.A. and Rahe, J.E. Herbicide interactions with fungal root pathogens, with special reference to glyphosate. 1992.
117- Meyer, M.T. and Thurman, E.M. Herbicide metabolites in surface water and groundwater: Washington, D.C., American Chemical Society, ACS Symposium Series 630, 1996.
118- Ministry of Agriculture and Food. 1977-78 greenhouse vegetable production recommendations. Publication 365. Parliament Buildings, Toronto, Ontario, Canada. 1978.
119- Odum, E. Fundamental of ecology. W.B. Sauners, Philadelphia USA. 1971.
120- Peach, J. Dexter et al. Lawn care pesticides: risks remain uncertain while prohibited safety claims continue. U.S. General Accounting Office. Report no. 1990.
121- Rieger, R. and Ballschmiter, K. Semivolatile Organic Compounds - Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins (PCDD), Dibenzofurans (PCDF), Biphenyls (PCB), Hexachlorobenzene (HCB), 4,4'-DDE and Chlorinated Paraffins (CP) - as Markers in Sewer Films Fresenius J. Anal. Chem. 1995.
122- Schreiner, G., Wiedmann, T., Schimmel, H. and Ballschmiter, K. Influence of the Substitution Pattern on the Microbial Degradation of Mono- to Tetrachlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Dibenzofurans DIOXIN '95 Chemosphere, 1997.
123- Sherf, A.F. and Macnab, A.A. Vegetable diseases and their control. Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York. 1986.

124- Siegel, M.R. and Sisler, H.D. Antifungal compounds. Vol. I. Mercel Dekker, INC. N.Y. & Basel. 1977.
125- Singh, R.S. Plant diseases. Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi. 1983.
126- Squillace, P.J., Caldwell, J.P., Schulmeyer, P.M. and Harvey, C.A. Movement of agricultural chemicals between surface water and ground water, lower Cedar River basin, Iowa: U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2448, 1996.
127- Taylor, A.L. and Sasser, J.N. Biology, Identification and Control of Root-Knot 1978.
128- Nematodes (Meloidogyne Species). International Meloidogyne Project, North Carolina State University, Raleigh, N.C.
129- Urhahn, T. and Ballschmiter, K. Chemistry of the Biosynthesis of Halogenated Methanes: C1-Organohalogens as Pre-Industrial Chemical Stressors in the Environment? Chemosphere 37: 1017-1032. 1998.
130- Ware, G.W. The pesticide book. 3rd edition. Thompson Publications, 1989.
131- Watkins, G.M. Compendium of cotton diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, MN. 1981.
132- Webster, J.M. Economic nematology. Academic Press, London and New York. 1972.
133- Webster, J. Introduction to fungi. Cambridge Univ. Press. London, 1985.
134- Yousef, M.I. et al. Toxic effects of carbofuran and glyphosate on semen characteristics in rabbits. Journal of Environmental Science and Health, Part B. 1995.
135- Zuckerman, B.M. and Rode, R.A. Plant parasitic nematodes. Vol. III. Academic Press, New York, 1981